Aus der Abteilung für Kiefer- und Gesichtschirurgie
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. Dr. N. Schwenzer
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen

KIEFER-, GESICHTS- UND BEGLEITVERLETZUNGEN SOWIE UNFALLBEGLEITUMSTÄNDE BEI MOTORISIERTEN ZWEIRADFAHRERN

EINE KATAMNESTISCHE UNTERSUCHUNG

INAUGURAL – DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard–Karls–Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

EKKEHARD MUSCHAL
aus Urach

1979

Aus der Abteilung für Kiefer- und Gesichtschirurgie
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. Dr. N. Schwenzer
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen

KIEFER-, GESICHTS- UND BEGLEITVERLETZUNGEN SOWIE UNFALLBEGLEITUMSTÄNDE BEI MOTORISIERTEN ZWEIRADFAHRERN

EINE KATAMNESTISCHE UNTERSUCHUNG

INAUGURAL – DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard–Karls–Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

EKKEHARD MUSCHAL
aus Urach

1979

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Professor Dr. Dr. N. Schwenzer
Berichterstatter: Professor Dr. Dr. N. Schwenzer

FOTO - SCHNELLDRUCK Hans - Joachim Köhler . 74 TÜBINGEN . Neue Strasse 11

Meiner Frau Anneli

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1.	EINLEITUNG	1
1.1.	Zweirädrige Fahrzeugtypen	4
1.2.	Gefährdung des Zweiradfahrers	4
2.	MECHANIK BEI VERKEHRSUNFÄLLEN	8
2.1.	Stoßmechanik	8
2.2.	Deformationsarbeit, Beschleunigung und kritische Werte	10
2.3.	Im Fahrbetrieb auftretende Kräfte	13
3.	UNFALL- UND VERLETZUNGSMECHANISMEN	15
3.1.	Der direkte Anprall, speziell des Kopfes	15
3.2.	Der direkte Knieanprall	16
3.3.	Der direkte Schulteranprall	16
3.4.	Lenker als Drehpunkt um den gestreckten Arm	16
3.5.	Direkter Lenkeranprall	17
3.6.	Seitlicher Sturz	17
3.7.	Sonstige typische Unfallmechanismen und daraus entstehende Verletzungen	18
4.	ZIEL DER ARBEIT	20
5.	DATENDEFINITIONEN	21
6.	ERGEBNISSE	24
6.1.	Patientengut	24
6.2.	Geschlecht	24
6.3.	Alter zum Zeitpunkt des Unfalles in Jahren	25
6.4.	Unfallmonate	28
6.5.	Wochentag des Unfalls	29
6.6.	Uhrzeit des Unfalles	32
6.7.	Wohnort der Verunfallten	33
6.8.	Beruf	35

Seite

6.9.	Sturzhelm/Kleidung	38
6.10.	Tagsüber eingeschaltete Beleuchtung	43
6.11.	Fahrzeugtypen	44
6.12.	Fahrpraxis	44
6.13.	Jährliche Fahrleistungen	46
6.14.	Geschwindigkeit zum Unfallzeitpunkt	49
6.15.	Unfallursache	51
6.16.	Unfallablauf	56
6.17.	Unfallort	60
6.18.	Fahrbahnabschnitt	61
6.19.	Fahrbahnbeschaffenheit	63
6.20.	Verletzungsauslösende Gegenstände	67
6.20.1.	Teile des eigenen Fahrzeugs	67
6.20.2.	Fahrzeugteile des Unfallgegners	69
6.20.3.	Verletzungsauslösende Hindernisse in der Umgebung des Unfallortes	71
6.21.	Weichteilverletzungen im Kopf- und Halsbereich	72
6.22.	Übrige Weichteilverletzungen	74
6.23.	Verletzungen des knöchernen Schädels	76
6.24.	Frakturen außerhalb des Schädels	90
6.25.	Nervale Verletzungen	92
6.26.	Verletzungen des Bulbus oculi	93
6.27.	Verletzungen des Gehirns und der Hirnhäute	93
6.28.	Sonstige Verletzungen des Körperstammes	95
6.29.	Gesamtzahl der Verletzungen und ihre Verteilung	96
6.30.	Verteilung der Frakturen in Körperregionen	97
6.31.	Einzeldarstellungen	98
7.	ZUSAMMENFASSUNG	103
8.	DISKUSSION	105
9.	LITERATURVERZEICHNIS	109

1. EINLEITUNG

Wie sehr die Bedeutung des motorisierten Zweirades in der Bundesrepublik zugenommen hat, wird aus den Bestandsstatistiken der Jahre 1969 - 1976 eindrucksvoll ersichtlich. In diesem Zeitraum stieg der Bestand der motorisierten Zweiräder von 1,27 auf 2,46 Mio. Darin sind auch die zulassungsfreien Fahrzeuge wie Mofas, Mopeds und Kleinkrafträder mit amtlichem Kennzeichen enthalten. Diese Fahrzeuge, die mit 88,3 % in 74 den größten Anteil am Bestand ausmachten, haben von 1969 bis 1974 von 1,01 auf 1,74 Mio. Einheiten zugenommen (Abb. 1).

Vor allem Mofas, die sich zunehmender Beliebtheit erfreuen, und 1974 am Gesamtbestand einen Anteil von 45,7 % innehatten, haben sich im Zeitraum 1968 - 1974 von 93.848 auf 902.679 Einheiten fast verzehnfacht. Nebenbei sei erwähnt, daß von 270.000 im Jahre 1973 verkauften Mofas 100.000 von 15-jährigen gefahren werden (VOLLMAR, 1967).

Ebenfalls verzehnfacht hat sich die Anzahl der Zulassungen von fabrikneuen Motorrädern im Zeitraum von 1966 - 1975, nämlich von 4.205 auf 43.275 (Abb. 2). Bemerkenswert darin ist, daß hier vor allem schwere Motorräder, deren Anschaffungskosten bis zu DM 10.000,-- betragen, bevorzugt werden.

Aufgrund dieser Zahlen wird deutlich, wie wichtig es ist, sich mit den Folgeproblemen zu befassen.

In der vorliegenden Arbeit sollen daher die bei Unfällen mit Zweirädern auftretenden Kiefer- und Gesichtsverletzungen sowie die Begleitverletzungen unter besonderer Berücksichtigung der Unfallmechanismen untersucht werden.

Bei 100 Unfallverletzten, die in der Abteilung für Kiefer- und Gesichtschirurgie behandelt worden sind, sollen durch katamnestische Untersuchungen die Verletzungsarten festgestellt werden. Insbesondere interessiert die Frage, inwieweit der Sturzhelm Kiefer- und Gesichtsverletzungen verhindern hilft.

Abb. 1

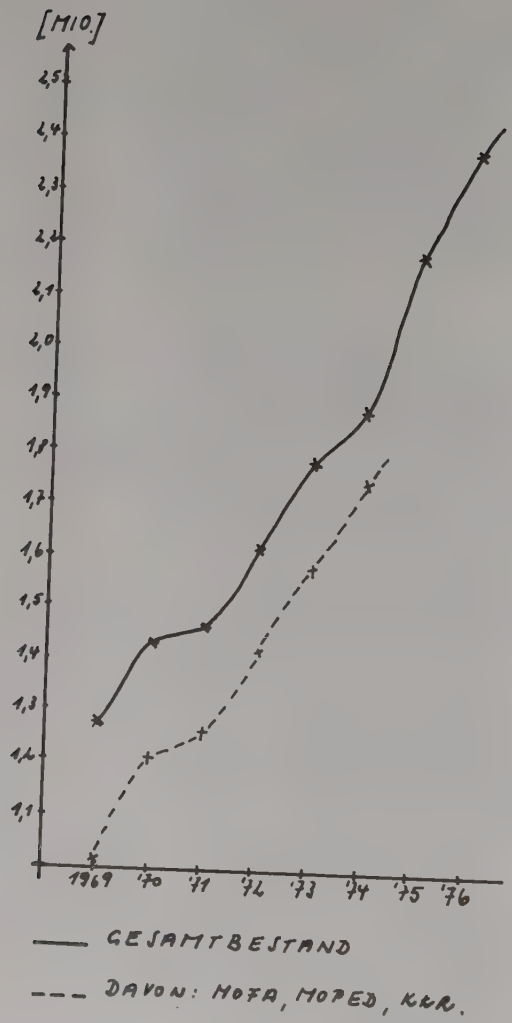
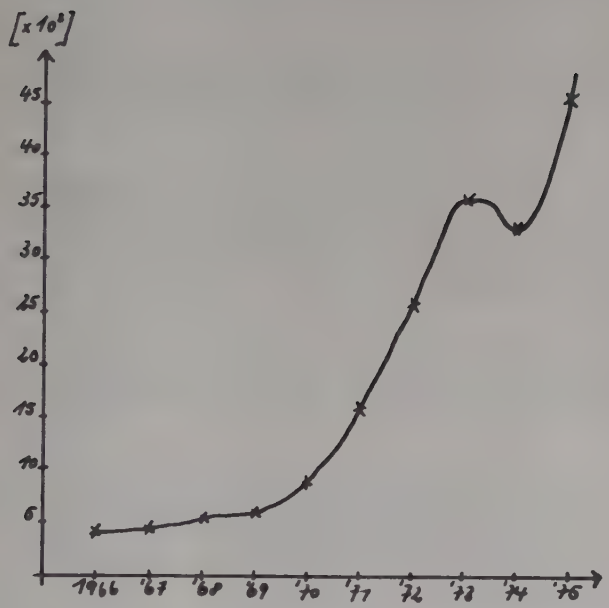

[MIO.]
2,5
2,4
2,3
2,2
2,1
2,0
1,9
1,8
1,7
1,6
1,5
1,4
1,3
1,2
1,1
1969
70
71
72
73
74
75
76
GESAMTBESTAND
DAVON: MOFA, MOPED, KKR.

Abb. 2



—— NEUZULASSUNGEN V. MOTORRÄDERN

1.1. Zweirädrige Fahrzeugtypen

(ANONYM, 1975; LÖFFELHOLTZ et al., 1977)

Gesetzlich werden folgende Typen unterschieden:

Mofa: motorisiertes Zweirad, 1 - 1,5 PS, Höchstgeschwindigkeit 25 km/h, führerscheinfrei ab 15 Jahre, Versicherungskennzeichen nötig.

Moped: 1,5 - 2,5 PS, Höchstgeschwindigkeit 40 km/h, Führerscheinklasse 5 (Fragebogen) ab 16 Jahre, steuerfrei, ebenfalls Versicherungskennzeichen notwendig.

Mokick: entspricht dem Moped, jedoch 2,5 - 2,9 PS, zusätzliche Fußraster, sowie Fußbremshebel und Kickstarter.

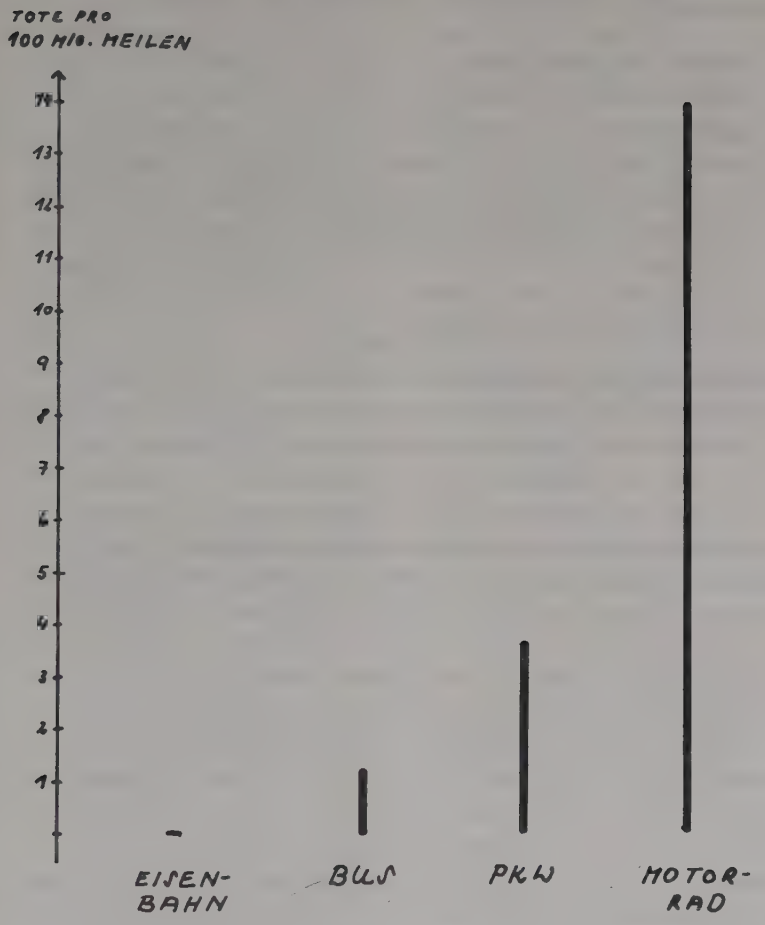
Kleinkraftrad: Leichtmotorrad, Hubraum max. 50 ccm, Führerscheinklasse 4 (theoretische Prüfung sowie Sehtest und Erste-Hilfe-Kurs), ab 16 Jahre, steuerpflichtig.

Motorrad: bis 105 PS, Hubraumklassen von 100 - 1.250 ccm, steuer- und zulassungspflichtig, Führerscheinklasse 1 (wie 4, zusätzlich jedoch praktische Fahrprüfung), ab 18. Lebensjahr.

1.2. Gefährdung des Zweiradfahrers

Einen groben Einblick in die unterschiedliche Gefährdung von Verkehrsteilnehmern gibt die Weltstatistik, die besagt, daß pro 100 Mio. gefahrenen Meilen bei Benutzung der Eisenbahn 0,09 Tote, eines Busses 1,2, eines Autos 3,6 und eines Motorrades 14 Tote vorkommen (Abb. 3) (TZONOS, 1977).

Abb. 3

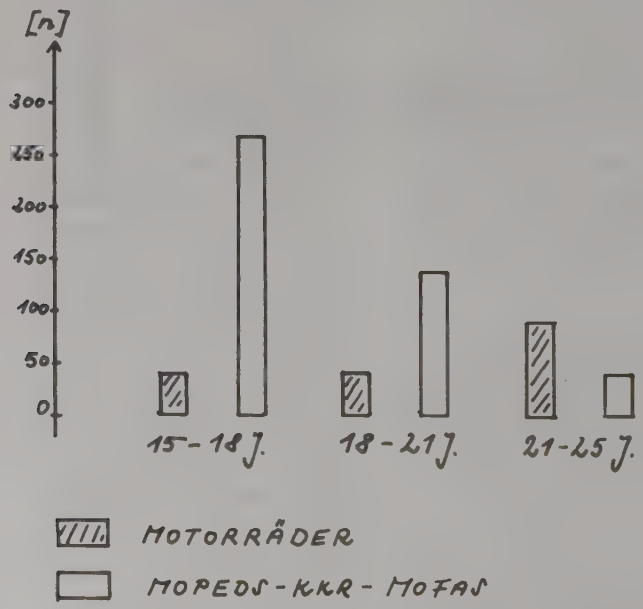

TOTE PRO
100 MIO. MEILEN
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
EISEN-
BAHN
BUS
PKW
MOTOR-
RAD

Mit einem Motrrad unterwegs zu sein, ist also rund 12 mal gefährlicher als mit dem Bus.

Nach Angaben des Bundesamtes für Statistik betrug im Jahre 1964 die Wahrscheinlichkeit für einen Motorradfahrer, verletzt oder getötet zu werden 10,9 %, für einen Mofa- bzw. Mopedfahrer über 1,9 %. Motorradfahren war also ungefähr 6 mal riskanter. Im Jahre 74 war Motorradfahren noch 4,5 mal risikoreicher als Mofa- oder Mopedfahren. Diese Zahlen müssen allerdings vor dem Hintergrund der ungleichen Anteile am Gesamtbestand und der unterschiedlichen Zuwachsraten in diesem Zeitraum gesehen werden.

Die Gefährdung des jugendlichen motorisierten Zweiradfahrers geht aus einer Studie das ADAC aus dem Jahre 1973 hervor (ADAC, 1974). Dabei wurde die Zahl der Verunglückten auf die Zahl der Einwohner der entsprechenden Altersklasse bezogen. Unterschiedlich starke Geburtenjahrgänge wurden berücksichtigt. Die Höchstwerte, aufgeschlüsselt in Motorradfahrer und Fahrer von Mofas/Mopeds zeigt die folgende Abb. 4.

Abb. 4



Die gefährdetste Altersgruppe bei den Motorradfahrern ist also die der 21 - 25-jährigen, bei den Mofa- und Mopedfahrern in weitaus erheblicherem Umfang die der 15 - 18-jährigen.

Noch beunruhigender ist der Anteil Jugendlicher an der Gesamtzahl der Getöteten und Verletzten. Die 15 - 21-jährigen hatten am Gesamtkontingent einen Anteil von 61 %; im einzelnen entfielen auf Mofas/Mopeds 46,5 % und auf Motorräder 72 % (ADAC, 1974).

Um die erwähnte statistisch erwiesene Gefährdung zu unterstreichen, soll kurz auf die praktischen Probleme, denen sich Zweiradfahrer im Verkehr gegenübersehen, eingegangen werden, ohne dabei spätere Ergebnisse vorwegzunehmen (LINGNAU, 1974).

Gegenüber dem Autofahrer entbehren sie den Schutz der Karosserie; sie sind vor allem bei ungünstigen Witterungsverhältnissen (Dämmerung, Dunst, Nebel, Schneetreiben) schwerer und später zu erkennen. Besonders die vielen Kreuzungsunfälle sind darauf zurückzuführen. Vor allem bei jungen Zweiradfahrern taucht das Problem der mangelnden Verkehrspraxis auf. Häufig wird das potentielle Fehlverhalten anderer Verkehrsteilnehmer nicht in Betracht gezogen - man beharrt einfach auf der zustehenden Vorfahrt. Dieser Mangel an Erfahrung wird dann nur zu gern durch Mut ersetzt. Ein weiteres Handikap sind widrige Straßenverhältnisse wie Glatteis, Schnee, nasses Laub, Rollsplitt etc. Besonders für Kopfverletzungen anfällig macht sie die exponierte Lage des Schädels am Endpunkt der Körperlängsachse, der zudem meist ungeschützt ist (BOETTCHER, 1965).

2. MECHANIK BEI VERKEHRSUNFÄLLEN

(FIALA, 1969; DORN, 1965; GÖGLER, 1968)

Verletzungen bei Unfällen entstehen durch die stoßartig oder verzögernd einsetzende Geschwindigkeitsänderung. Dies gilt für alle Verkehrsopfer, für Fahrzeuginsassen und Fußgänger ebenso wie für Zweiradfahrer.

2.1. Stoßmechanik

Grundlage aller Bewegungsabläufe ist das Newton'sche Gesetz:

$$F = m \cdot dv/dt = m \cdot a$$

Kraft = Masse mal Beschleunigung

Daraus folgt:

$$F \cdot dt = m \cdot dv$$

Stoßkraft mal Stoßzeit =
Masse mal Geschwindigkeit

Das Integrieren dieser Gleichung über die Zeit führt zum Impuls I

$$I = \int mdv = m \cdot v$$

Da die während des Stoßvorganges auftretenden äußeren Kräfte sehr gering sind, wird der Impuls verallgemeinernd nicht verändert.

Weitere Grundlage von Bewegungsabläufen ist der 1. Hauptsatz der Wärmelehre, wonach sich die Energie nicht ändern kann, sondern vor und nach dem Stoß gleichbleibt.

$$e = konst.$$

Ein Stoßvorgang teilt sich in zwei Phasen. In der ersten, der Kompressionsphase, deformieren sich zwei Stoßpartner solange, bis ihre Schwerpunkte den geringsten Abstand erreicht haben. Ist ein Stoßvorgang nach der Kompressionsphase beendet, so wird er als plastischer Stoß bezeichnet. Beim Verkehrsunfall können naturgemäß Stöße von Fahrzeugen untereinander als vollplastisch angesehen werden. Ausschlaggebend für das Maß von Beschädigung oder Verletzung ist die maximale Deformation, nämlich das Ende der Kompressionsphase.

Die Stoßgesetze sollen am Beispiel eines geraden zentrischen Stoßes zwischen zwei Körpern unterschiedlicher Massen m_1 und m_2 sowie unterschiedlicher Eigengeschwindigkeiten v_1 und v_2 dargestellt werden.

Nach dem Zusammenprall ist beim plastischen Stoß die Geschwindigkeit beider Massen gleich groß. Der Impuls ist unverändert, deshalb gilt:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2)\ \bar{v}$$

Für die Geschwindigkeit $\bar{v}$ nach dem Stoß folgt

$$\bar{v} = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

Vor dem Stoß ist die kinetische Energie

$$e_1 = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2}$$

Sie beträgt nach dem Stoß

$$e_2 = (m_1 + m_2)\ \frac{\bar{v}^2}{2}$$

Daraus wird ersichtlich, daß die kinetische Energie vor und nach dem Stoß verschieden groß ist. Da keine Energie verloren gehen kann, muß die Differenz in Deformationsarbeit W_D umgewandelt worden sein. Für die Deformationsarbeit gilt dann:

$$W_D = e_1 - e_2 = \frac{m_1 (v_1 - v_2)^2}{2(1 + m_1/m_2)}$$

2.2. Deformationsarbeit, Beschleunigung und kritische Werte

Die Deformationsarbeit wird bestimmt von den beteiligten Massen m_1 und m_2 sowie der Differenz der ursprünglichen Geschwindigkeiten. Von der Geschwindigkeit als einzig variabler Größe hängt damit das Ausmaß der Deformationsarbeit ab. Die Größenordnung der Deformationsarbeit soll an einem Beispiel aufgezeigt werden:

Ein Zweiradfahrer der Masse m_1 fährt mit der Geschwindigkeit v_1 auf einen stehenden Zweiradfahrer ($v_2 = 0$) der Masse $m_2 = m_1$ auf. Nach dem Stoß bewegen sich beide mit der Geschwindigkeit $\bar{v} = v_1/2$; die Deformationsarbeit beträgt dann $W_D = 1/2\ m\ v_1^2$, das ist dann die Hälfte der ursprünglichen kinetischen Energie! Es ist leicht ersichtlich, um wieviel verheerender die entstehende Deformationsarbeit wird, wenn der Zweiradfahrer auf einen vielfach schwereren PKW aufprallt.

Die kritische Deformationsenergie für alle Körperteile wird bei einer Geschwindigkeit von ca. 5 m/s, entsprechend ca. 18 km/h, erreicht. Das entspricht einem Sturz ohne Abstützbewegung auf eine völlig unnachgiebige Platte aus ca. 1,3 m Höhe. Die Deformationsenergie als Maß der Gewalteinwirkung ist jedoch keine geeignete Größe zur Beschreibung von Verletzungen. Das zeigt das folgende Beispiel:

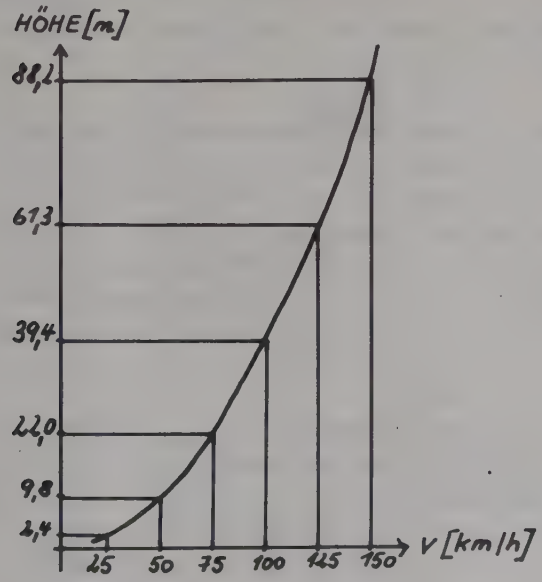
Ein Mensch mit 60 kp fällt aus 5 m Höhe auf Betonboden. Die Fallenergie beträgt dann 300 mkp. Wegen der kurzen Stoßzeit tritt damit eine hohe Beschleunigung a und damit eine hohe

Krafteinwirkung F = m . a auf. Fällt dagegen derselbe Mensch aus derselben Höhe in einen Heuhaufen, so ist die auftretende Stoßzeit wesentlich länger und damit die auftretende Kraft wesentlich kleiner.

Als Maß zur Beschreibung von Verletzungen ist deshalb die auftretende einwirkende Beschleunigung, die ein Körperteil erfährt, besser geeignet. Dafür wird die Zahl g als relative Beschleunigungsangabe eingeführt. Sie gibt an, wieviel mal schwerer ein Körper wird als sein Gewicht. Erleidet ein Körperteil, z.B. der Kopf, eine Beschleunigung von 50 g, so ist die dabei einwirkende Kraft das 50-fache des entsprechenden Eigengewichtes (SELLIER, 1969).

Der Vollständigkeit halber soll im folgenden Schaubild der Zusammenhang zwischen potentieller Energie (Fallenergie) und kinetischer Energie (Bewegungsenergie) noch dargestellt werden (DUVEN, 1964).

Abb. 5



Die für einen Schädelbruch erforderlichen g-Zahlen bzw. Bruchenergien werden von verschiedenen Autoren unterschiedlich angegeben. Übersicht soll die folgende Tabelle bieten (SELLIER, 1969):

Autoren	Art der Belastung	g-Zahl	Bruch-energie
EVANS LISSNER LEROW	Stoß gegen Blech/ Armaturenbrett	337...724	35 ...81 mkp
GURDJIAN WEBSTER LISSNER	Fall auf Stahl-platte	ca. 500	4,5...10 mkp
CORNELL LAB.	kleinflächige Belastung	1400	0,6... 2 mkp

Obwohl also die Bruchenergien wegen der unterschiedlichen Oberflächen differieren, werden für die Bruchbeschleunigungen etwa gleiche Werte angegeben.

Für das Gehirn geben SELLIER und UNTERHARNSCHEIDT geringere Grenzwerte an: Für die Commotio etwa 60 - 80 g und für die Contusio etwa 250 g. Es kann also zu schweren Gehirnschädigungen kommen, ohne daß der Schädelknochen bricht! Diese Beträge gelten nicht absolut, sie sind noch abhängig von der Zeitdauer der Gewalteinwirkung: Je kürzer die Stoßzeit ist, um so geringere g-Zahlen werden vom Gehirn und vom Schädel toleriert.

Eine weitere wichtige Größe (HAVEMANN, 1972), die Einfluß auf das Unfallgeschehen hat, ist die Geschwindigkeitsänderung a, wobei unter Geschwindigkeitsänderung als Vektor sowohl Beschleunigung als auch vor allem, mit negativem Vorzeichen, Bremsen = Verzögerung zu verstehen ist. Für dynamische Belastungen, denen der Mensch ausgesetzt ist, ist diese Art der

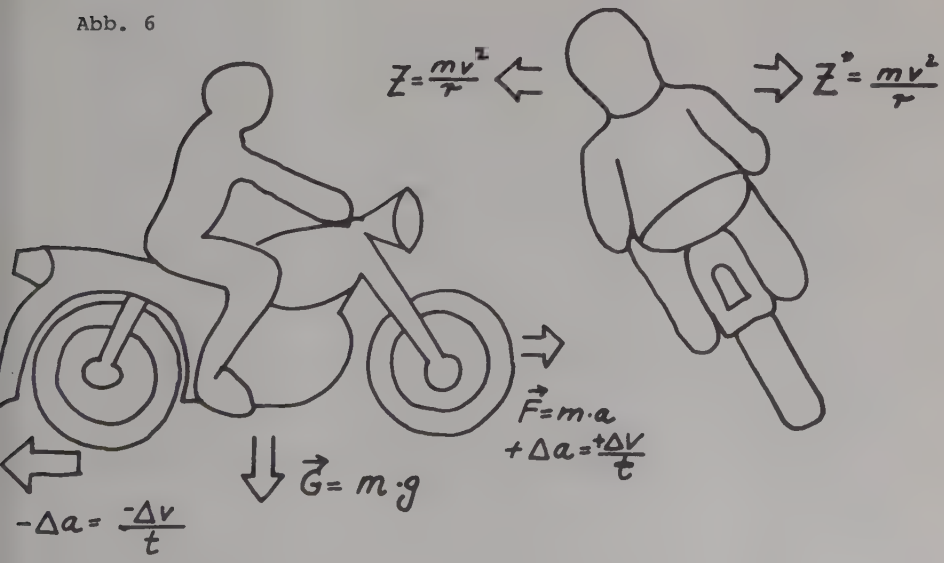
Bewegungsablaufänderung von entscheidender Bedeutung. Sie berechnet sich aus der Verzögerung/Beschleunigung a, der Geschwindigkeit v und der Strecke s, über die die Bewegungsänderung abläuft.

Als Quotient aus der Geschwindigkeitsänderung pro Zeiteinheit $\Delta v/\Delta t$ ist sie gleichzeitig die Größe, mit der alle an der Einheit Fahrer/Zweirad auftretenden Kräfte ausgeglichen werden sollen. Darauf wird im folgenden eingegangen.

2.3. Im Fahrbetrieb auftretende Kräfte

Das Fahrverhalten (SCHENKER, 1976) eines Zweirades wird durch verschiedene Kräfte, die auf es einwirken, bestimmt. Hier sind die Schwerkraft G, die nach vorne treibende Kraft F, die beim Bremsen auftretende negative Beschleunigung -a, sowie die sich in Kurven bemerkbar machende Zentrifugalkraft und die ihr entgegenwirkende, durch Schwerpunktverlagerung zu erhöhende Zentripedalkraft aufzuführen (DORN, 1965; DUVEN, 1964).

Abb. 6



In Fahrtrichtung wirkt natürlich jede Beschleunigung als Geschwindigkeitserhöhung pro Zeiteinheit. Die Zentrifugalkraft und die Zentripedalkraft sollten sich wenigstens gleich sein aus naheliegenden Gründen. Günstiger wirkt sich beim Durchfahren einer Kurve natürlich ein Überwiegen der Zentripedalkraft aus. Wie die Gleichung in Abbildung 5 zeigt, wird die Zentrifugalkraft um so größer, je größer die Geschwindigkeit und die Masse der Einheit Fahrer/Zweirad ist und je kleiner der Radius r der zu durchfahrenden Kurve ist. Ein weiterer Faktor, die Haftreibungszahl f', soll hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt sein.

Die hier aufgeführten Kräfte müssen durch die Räder auf die Straße übertragen und durch Geschwindigkeitsveränderungen, sei es Bremsen oder Beschleunigen, sowie durch Gewichtsverlagerungen koordiniert werden. Wird dieses Gleichgewicht durch Überhandnahme einer der genannten Komponenten gestört, kommt es zum Sturz.

3. UNFALL- UND VERLETZUNGSMECHANISMEN

(BOETTCHER, 1965; GÖGLER, 1962; DUVEN, 1964; JUNGBLUTH, 1969; WASCHULEWSKI, 1965; GÖGLER, 1968; VOLLMAR, 1957)

3.1. Der direkte Anprall, speziell des Kopfes

Besonders nachteilig beim Sturz oder Auffahren auf ein Hindernis wirkt sich bei Zweiradfahrern die lose Verbindung zwischen Fahrer und Fahrzeug aus. Schon bei leichtem Anprall verliert er den Kontakt mit der Maschine und fliegt, meist mit dem Kopf voraus, mit der ursprünglichen Endgeschwindigkeit gegen das Hindernis. In vielen Fällen können die Arme nicht mehr schützend ausgestreckt werden. Für die resultierende Verletzungsschwere sind folgende Kriterien bestimmend: Endgeschwindigkeit, Aufschlagwinkel, Aufprallfläche und Art und Beschaffenheit der Aufprallstelle. Der Aufprall des Schädels gegen Mauer, Baum oder Kilometerstein wird sich viel verheerender auswirken als die tangentiale Landung auf weichem Ackerboden, wobei die verbliebene Energie zusätzlich durch Abrollen und mehrfaches Überschlagen schrittweise abgebaut wird.

Der direkte Anprall gliedert sich in mehrere Phasen. An den primären Anprall schließt sich sofort der sekundäre Sturz an. Aus beiden Phasen ergeben sich fast immer schwere Mehrfachverletzungen. Eine weitere Phase ist vorhanden, wenn Fahrer und Beifahrer zwischen Anprall und Aufschlag gegen ein Weghindernis geschleudert werden. Im Gegensatz zu den primären Körperanprallverletzungen und den sekundären Aufschlagverletzungen werden die dabei entstehenden Läsionen als postprimäre Aufprallverletzungen bezeichnet. Für den primären Anprall und die Sturzphase sind frontobasale Stirnbeinimpressionsfrakturen, Stirnschädelberstungsfrakturen mit entsprechender Hirnverletzung sowie die ganze Skala der Gesichtsschädelverletzungen wie Mittelgesichtsfrakturen, UK-Frakturen, Brüche der Alveolarfortsätze, Zahnfrakturen etc. und die entsprechenden Weichteilverletzungen kennzeichnend.

3.2. Der direkte Knieanprall

Wirkt in Fahrerposition mit entsprechend gewinkeltem Bein eine umschriebene Gewalt von vorne auf das Knie ein, so daß die Kraft entlang des Oberschenkels direkt übertragen wird, kann es zu einseitigen Hüftgelenksluxationen, Oberschenkelschaftfrakturen und Brüchen des Kniegelenkes bis zur Enbloc-Aussprengung kommen. Hüftgelenksluxationen kommen meist nur zustande, wenn die Kraft besonders geradlinig einwirkt.

3.3. Der direkte Schulteranprall

Stößt der Fahrer beim Ausweichversuch mit der Schulter, typischerweise mit der rechten, gegen ein Hindernis, z.B. Verkehrsschild, Baum etc., so treten als Folge der primären Gewalteinwirkung Oberarmkopf- und Scapulahalsfrakturen auf. In der sekundären Sturzphase (Aufprall auf die Straße etc.) kann es zusätzlich zu den in 3.1. beschriebenen Kopfverletzungen kommen.

3.4. Lenker als Drehpunkt um den gestreckten Arm

Beim Auffahren auf ein Hindernis versucht der Fahrer, sich meist mit einer Hand krampfhaft am Lenker festzuhalten. Da er die Verbindung mit der Maschine aufgrund der Trägheit seiner Masse nicht halten kann, vollzieht der gesamte Körper eine Rotationsschleuderbewegung am ausgestreckten Arm um den Fahrzeuglenker als Drehpunkt. Hieraus entsteht als zwar seltene, aber ganz spezifische Zweiradfahrerverletzung, die reversible oder irreversible Plexus-bracchialis-Parese. In extremen Fällen kommt es zum Abriß der Nerven beim Austritt aus der Wirbelsäule mit den entsprechend gravierenden Dauerfolgen.

3.5. Direkter Lenkeranprall

Hier prallt der Fahrer, eventuell beim Ausweichversuch, mit der um den Lenkergriff gelegten Hand gegen ein Hindernis (entgegenkommendes Auto, Verkehrsschild, Brückenpfeiler, Baum etc.). Dabei entstehen typischerweise Mittelhand- und Fingerfrakturen mit entsprechenden Kontusionsmerkmalen. Beim anschließenden Sturz kommt es zu sekundären Kopfverletzungen.

3.6. Seitlicher Sturz

Eine weitere typische Zweiradfahrerverletzung ist die Clavicularfraktur beim Sturz auf den ausgestreckten Arm. Versucht der Fahrer den Fall durch reflektorisches Ausstrecken der Arme zu mildern, so bricht durch die dabei auftretende Überbelastung der Extremität die Clavicula als schwächste Stelle der Verbindung Hand-Unterarm-Oberarm-Schulter. Charakteristische Zeichen, aus denen dieser Unfallablauf rekonstruiert werden kann, sind Schürfwunden an der Innenseite einer oder beider Handflächen. Speziell hier treten auch Handwurzel- und Handgelenksfrakturen auf. Im harmloseren Fall liegen die entsprechenden Kontusionsmerkmale vor.

Als weitere Variante beim seitlichen Sturz sind diejenigen Fälle anzusehen, bei denen die Verbindung Fahrer/Beifahrer und Maschine bestehen bleibt und der eine oder beide beim Sturz mit einem Bein zwischen Straße und Maschine geraten. Hieraus resultieren dann Unterschenkeltrümmerfrakturen mit ausgedehnten Weichteilverletzungen.

3.7. Sonstige typische Unfallmechanismen und daraus entstehende Verletzungen

Hier sei zunächst eine weitere Form des passiven Sturzes und ihre zugehörige Verletzung erwähnt: die sogenannte Fußrasterverletzung. Gerät der Fahrer mit der Fußspitze zwischen Fußraste und Hindernis (Bordstein, Kilometerstein etc.), so wirkt die Fußraste als Hypomochlion, unter das der Fuß gedrückt wird. Bedingt durch die Stellung des Bremspedals ist die Fußspitze ohnehin bei vielen Fahrern bedenklich zum Boden geneigt. Der erwähnte Mechanismus bedingt teils offene Mittelfußfrakturen mit über den Fußrücken verlaufenden Weichteilwunden.

Als nächstes soll auf den Zusammenprall mit entgegenkommenden Fahrzeugen eingegangen werden. Die hier beim primären Anprall entstehenden Verletzungen sind typischerweise streng einseitig lokalisiert; meist links. Streng linksseitig lokalisiert sind diese Verletzungen allerdings nur, wenn der Fahrer halbseitig fontal auf das Fahrzeug prallt.

Obwohl verhältnismäßig selten, wird im folgenden auf die Entstehung von Frakturen und Kontusionen der Wirbelsäule eingegangen.

Beim Sturz mit dem Kopf voraus wird dieser reflektorisch gesenkt. Beim Aufprall am Ende der Sturzphase auf den Boden kommt es erstens durch Hyperflexion des Nackens und zweitens durch Stauchung in Längsrichtung der Wirbelsäule zu Läsionen dieses Körperabschnittes. Häufig werden gleichzeitig Nierenkontusionen festgestellt. Typisch sind Kompressionsfrakturen der Brust und Lendenwirbelsäule. Solitäre Halswirbelverletzungen sind nur denkbar, wenn der Kopf, auf die Brust gesenkt, gegen eine extrem nachgiebige Fläche prallt.

Die stumpfen Bauchtraumen und die intra-abdominellen Bauch- und Organverletzungen entstehen meist durch Aufprall der Bauchwand gegen den einschlagenden Lenker.

Aus den festgestellten Verletzungen können in Zusammenhang mit den Zeugenaussagen also sehr genaue Rückschlüsse auf die Einzelphasen des Unfalls gezogen werden.

4. ZIEL DER ARBEIT

Bei einer Anzahl stationär behandelter Verunfallter sollen die erlittenen Verletzungen dargestellt werden. Außerdem werden Ergebnisse über die verkehrsbezogenen, unfallbegleitenden Umstände vorgelegt.

5. DATENDEFINITIONEN

Patientengut

Der Auswertung standen 100 Fälle zur Verfügung. Sie stammen alle aus dem Archiv des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten in Tübingen. Da es sich ausschließlich um stationäre Fälle handelt, ergab sich eine Verschiebung zugunsten schwererer Verletzungserscheinungen.

Im folgenden wurde das vorliegende Material nach a) bestimmten Kriterien mit b) bestimmten Zielsetzungen ausgewertet.

Geschlecht

a) Alter zum Zeitpunkt des Unfalls
b) Zugehörigkeit zu verschiedenen Altersgruppen, in 3-Jahres-Intervalle aufgeteilt.

a) Unfallmonat
b) Feststellung eventueller jahreszeitlicher Schwankungen in der Unfallhäufigkeit.

a) Wochentag
b) Eventuelle Unfallschwerpunkte innerhalb der Woche.

a) Uhrzeit des Unfalles
b) Eventuelle zeitliche Spitzen, bezogen auf einen Tag.

a) Wohnort
b) Bestimmte Größenordnung der Wohnorte der Verunfallten.

a) Beruf
b) Überrepräsentation bestimmter Berufsgruppen.

a) Sturzhelm/Kleidung
b) Umfang der Möglichkeiten zur Verhütung von Verletzungen und ihre Nutzung.

a) Eingeschaltete Beleuchtung
b) Gebrauch unfallverhütender Maßnahmen.

a) Fahrzeugtyp
b) Verteilung des Zweirades auf einzelne Fahrzeuggruppen.

a) Fahrpraxis
b) Besonders unfallträchtige Periode nach Ausstellung des Führerscheins, bzw. Erwerb des Fahrzeugs.

a) Geschwindigkeit zum Unfallzeitpunkt
b) Geschwindigkeitsbereich der verunfallten Zweiradfahrer, in 10 km/h-Intervalle aufgeteilt.

a) Unfallursache
b) Unfallträchtige Situationen aus einer bestimmten Anzahl von Möglichkeiten.

a) Unfallablauf
b) Bestimmte Unfallmechanismen.

a) Unfallstelle
b) Verteilung der Unfälle auf die Bereiche "Ortsinneres" und "Außerhalb des Ortes".

a) Fahrbahnabschnitt
b) Unfallträchtigkeit bestimmter Straßenabschnitte.

a) Fahrbahnbeschaffenheit/Witterungsverhältnisse
b) Einfluß von Straßenzustand und Witterungsverhältnissen.

a) Verletzungsauslösende Gegenstände
b) Unfallablauf und seine einzelnen Phasen.

Die aufgeführten Daten wurden in einer Fragebogenaktion von den Verunfallten postalisch erfragt. Der Rücklauf dieser Aktion betrug 70 Fragebogen, entsprechend 70 %.

Die Archivdaten über erlittene Verletzungen wurden in einen Anamnesebogen übertragen und wie folgt ausgewertet:

Weichteilverletzungen im Kopf- und Halsbereich

Sonstige Weichteilverletzungen

Verletzungen des knöchernen Schädels

Frakturen außerhalb des Schädels

Nervale Verletzungen

Hier wurden besonders Verletzungen von peripheren Bereichen einzelner Hirnnerven sowie des Armnervengeflechtes erfaßt.

Verletzungen des Bulbus oculi

Wegen den besonders schweren Dauerfolgen wurde diese Verletzung getrennt ausgewertet.

Verletzungen des Gehirns und der Hirnhäute

Sonstige Verletzungen des Körperstammes

Gesamtzahl der Verletzungen und ihre Verteilung

Verteilung der Frakturen in Körperregionen pro Verunfallter

6. ERGEBNISSE

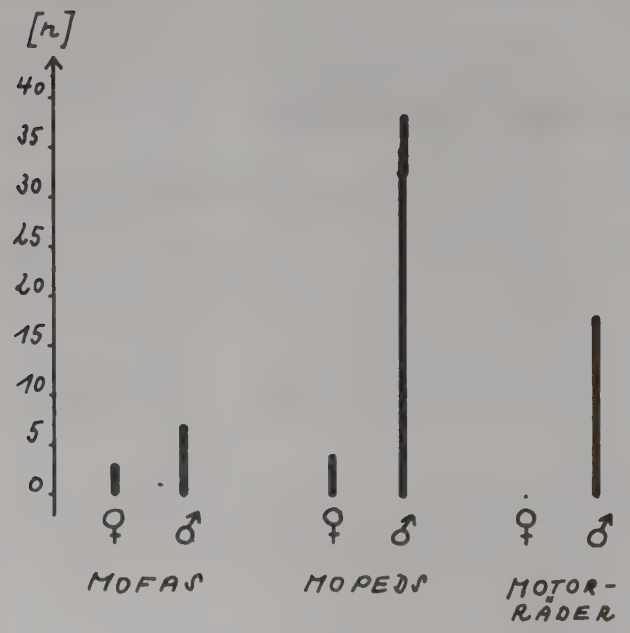
6.1. Patientengut

Der Auswertung standen 100 Patienten aus der Abteilung "Kiefer- und Gesichtschirurgie" zur Verfügung. Zur Ermittlung der unfallbegleitenden Umstände lagen 70 Verkehrserhebungsbogen vor. Der Aufschlüsselung in die 3 Fahrzeugklassen lagen diese Datenbogen zugrunde. Sie verteilten sich auf insgesamt 10 Mofafahrer, 42 Mopedfahrer und 18 Fahrer von Motorrädern.

6.2. Geschlecht

Von 100 Verunfallten waren 93 männlichen und 7 weiblichen Geschlechts. Wie folgt verteilen sie sich auf die drei Fahrzeugklassen:

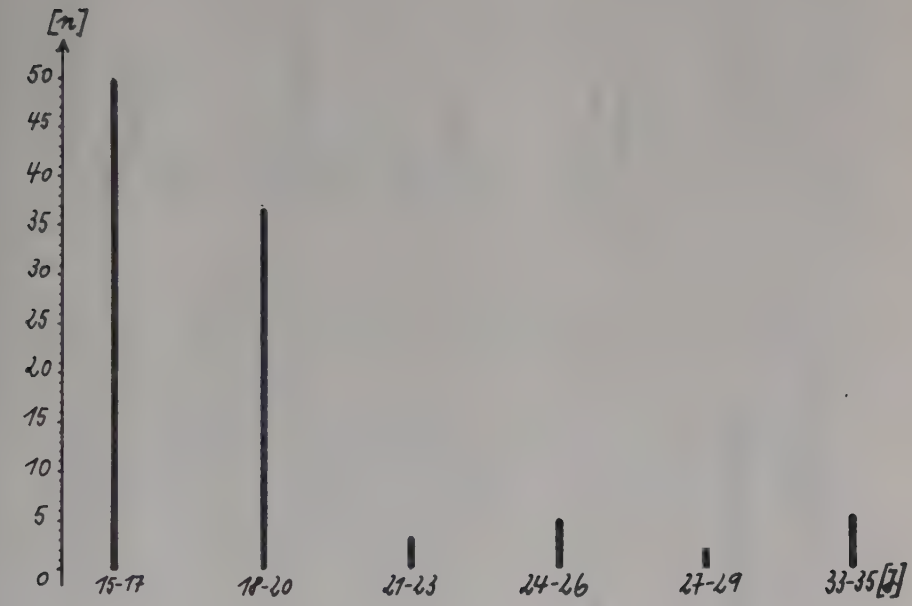
Abb. 7



6.3. Alter zum Zeitpunkt des Unfalles in Jahren

Der jüngste Unfallteilnehmer war 15, der älteste Fahrer 34 Jahre alt.

Abb. 8

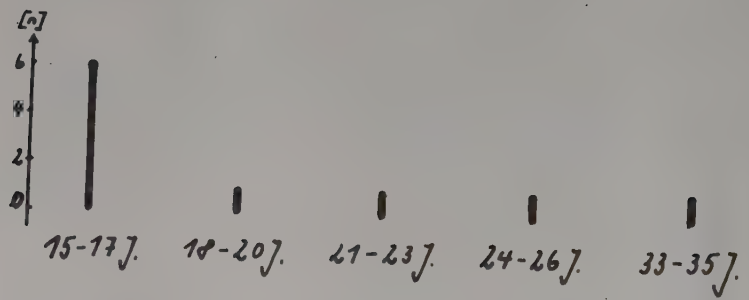


Hier bestätigen sich frühere Untersuchungsergebnisse, die dieselben Peaks in den Gruppen der 15 - 17-jährigen und der 18 - 20-jährigen ergaben.

Aufteilung in die Fahrzeugklassen:

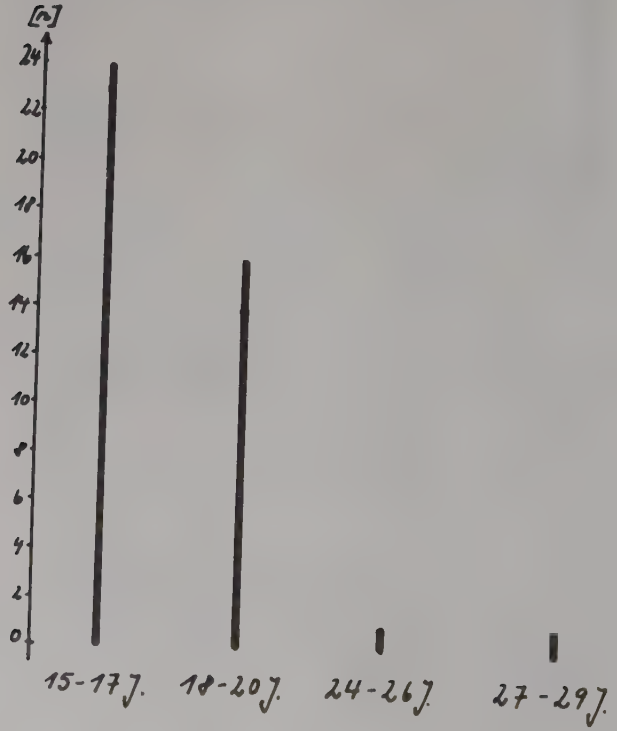
Mofas: $n_{ges.}$ = 10

Abb. 9



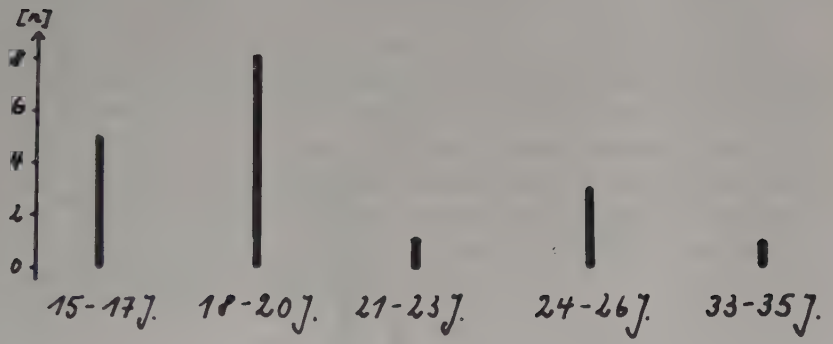
Mopeds: $n_{ges.}$ = 42

Abb. 10



Motorräder: $n_{ges.} = 18$

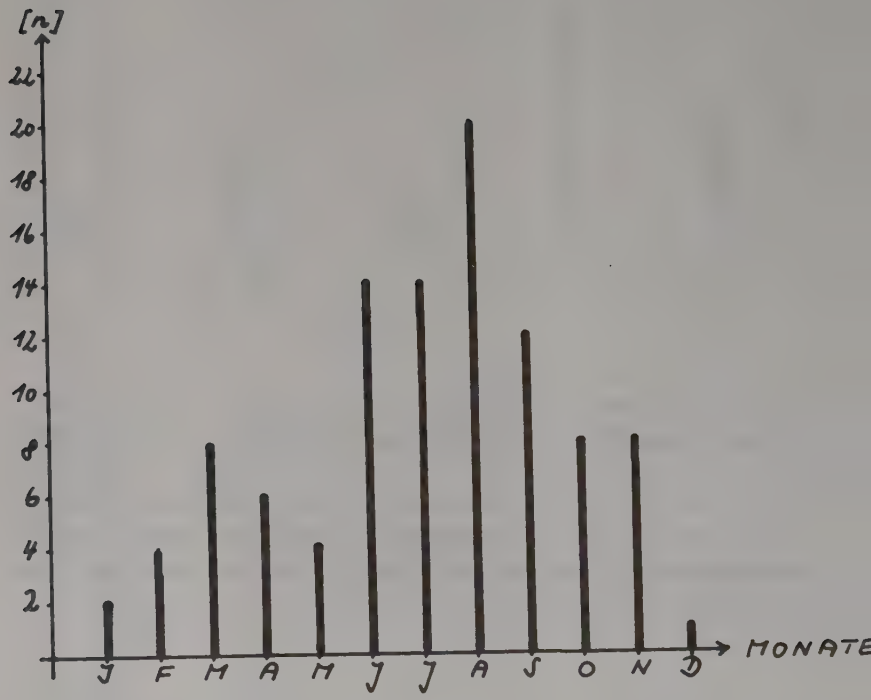
Abb. 11



Auch hier finden wir wieder die signifikanten Schwerpunkte in der Gruppe der 15 - 17-jährigen (Mofas 60 %, Mopeds 61,9 %). In die 3-Jahresgruppe 18 - 20 Jahre fielen nur 10 % der Mofas, aber wieder 35,7 % der Mopedfahrer und 55,5 % der Motorradfahrer. Die in 1.1. erwähnte Statistik findet auch in dieser verhältnismäßig kleinen Untersuchung, was die Zahl der Fälle anbelangt, ihre Bestätigung.

6.4. Unfallmonate

Abb. 12



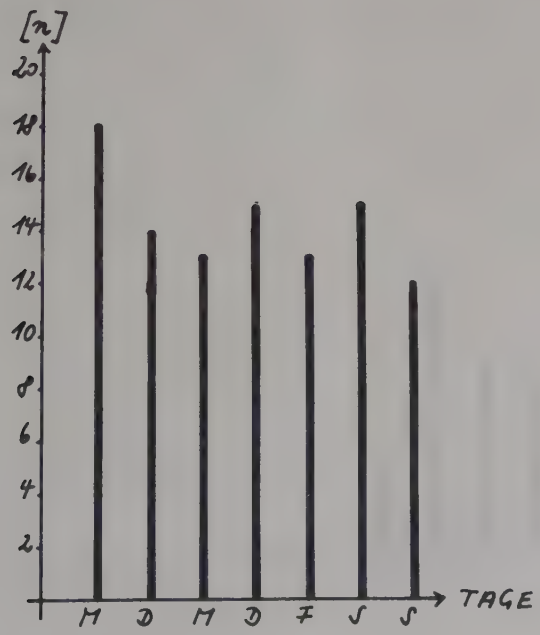
Die häufigsten Unfallmonate sind hier Juni, Juli, August und September mit zusammen 60 % der Unfälle. Bedingt durch die angenehme Witterung werden Zweiräder in den Sommermonaten häufiger benutzt. Ganz besonders imponiert der August mit allein 20 % der Unfälle. Der verhältnismäßig hohe Anteil der Monate Oktober und November (zusammen 16 %) ist Hinweis darauf, daß sich in dieser Jahreszeit die Unfallgefahr durch besonders ungünstige Fahrbedingungen wie nasses Laub und Regen, Nebel erhöht.

Bei der Verteilung auf die einzelnen Fahrzeugklassen ergab sich keine Änderung der oben genannten Schwerpunkte. Es wurde deshalb auf eine graphische Darstellung der Einzelergebnisse verzichtet.

Es fallen also auch hier wieder in allen drei Klassen die Monate Juni, Juli und August auf. 70 % aller Mofas, 50 % der aufgeführten Mopeds und immerhin 55,5 % der verunfallten Motorräder fielen in diesen Zeitraum. Hervorstechend sind außerdem die Monate September und Oktober bei den Mofas und Mopeds, und Oktober, November bei den Motorrädern. Auch hier wieder die fast einheitliche Tendenz zu den unfallträchtigen Jahresabschnitten Sommer und Herbst.

6.5. Wochentag des Unfalls

Abb. 13

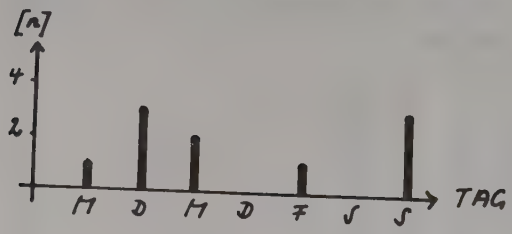


Außer montags mit 18,6 %, an dem aufgrund des zurückliegenden Wochenendes vermutlich unaufmerksamer gefahren wird, zeigen sich hier keine markanten Spitzen. Andere Untersuchungen (KAMIYAMA et al., 1971) mit mehr Patienten nennen vor allem den Sonntag mit 18 %, gefolgt vom Montag mit 16 %.

Verteilung auf die einzelnen Fahrzeugklassen:

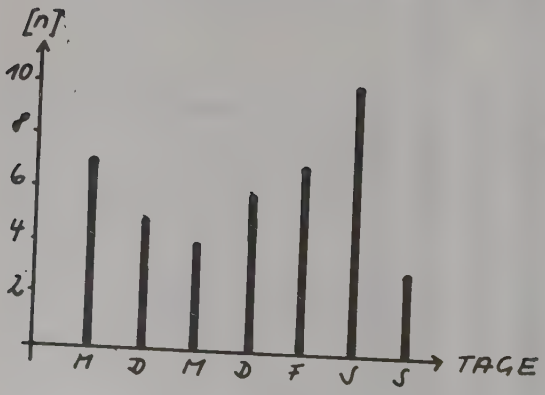
Mofas: $n_{ges.} = 10$

Abb. 14



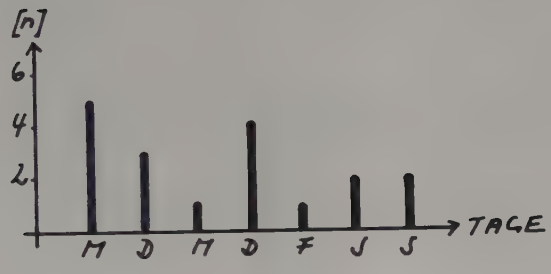
Mopeds: $n_{ges.} = 42$

Abb. 15



Motorräder: $n_{ges.} = 18$

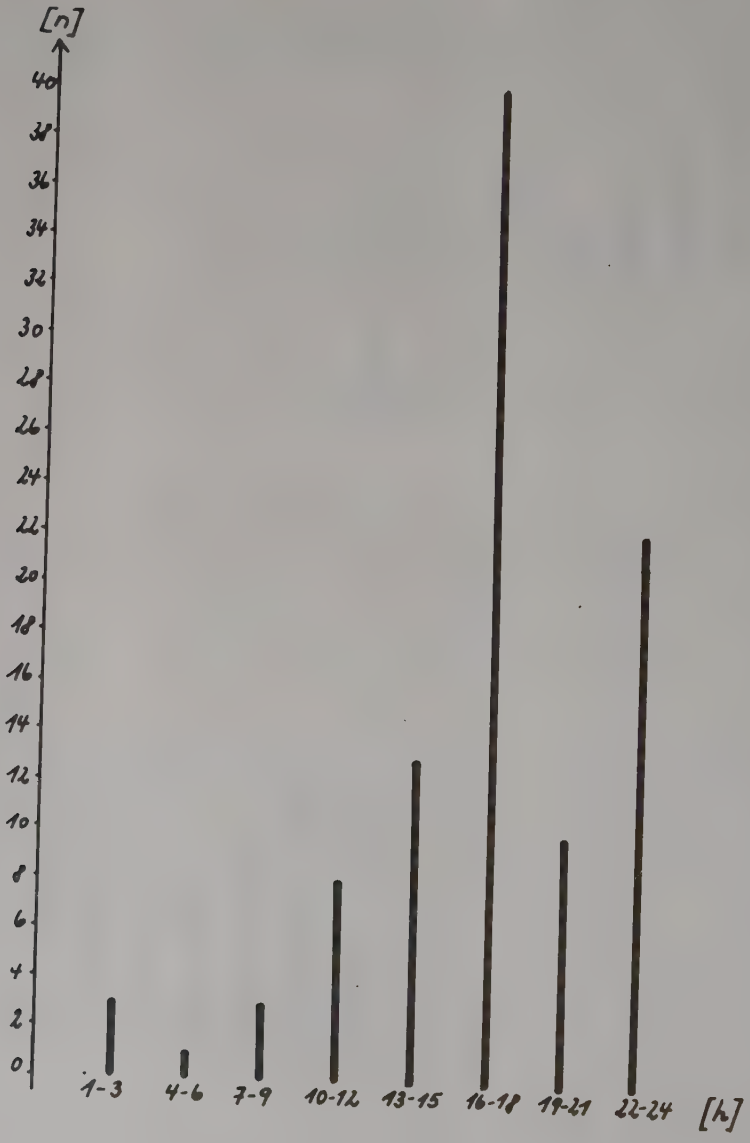
Abb. 16



6.6. Uhrzeit des Unfalles

Die Unfälle aus 100 Anamnesen verteilten sich wie folgt, in dreistündigen Intervallen zusammengefaßt.

Abb. 17



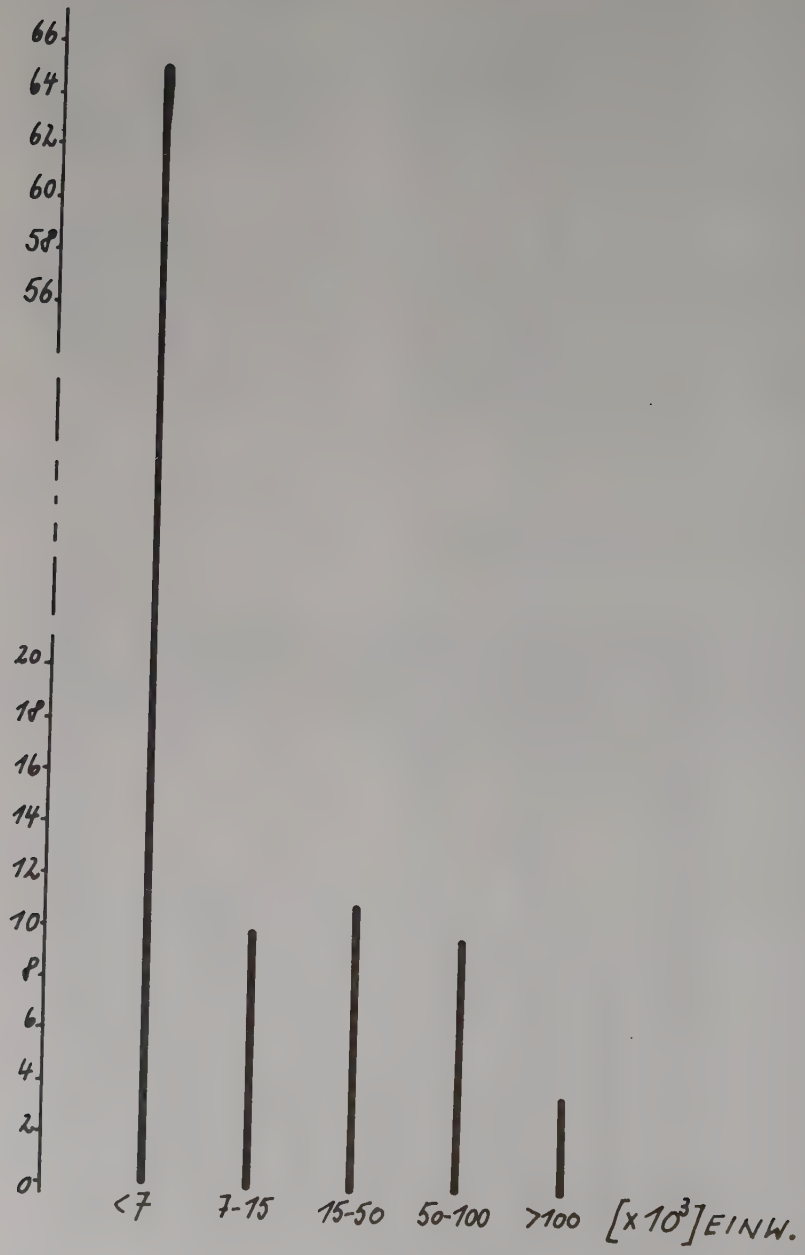
Unfälle zwischen 24.00 h und 6.00 h sind relativ selten (4 %). Tagsüber, in der Zeit von 7.00 h bis 18.00 h, ereignen sich mit 63 % die meisten Unfälle. Der Hauptanteil der nächtlichen liegt mit 31 % in der Zeit von 18.00 - 24.00 h. Sehr auffallend ist der hohe Anteil von 16.00 - 18.00 h (40 %), in den bezeichnenderweise der Berufsverkehr am Ende eines Arbeitstages fällt.

In der Aufteilung auf die einzelnen Klassen bestätigen sich auch hier die hohen Unfallquoten im Berufsverkehr in der Zeit von 16.00 - 18.00 h: Mofas 50 %, Mopeds 45,3 %, Motorräder ebenfalls 50 %. Der Tages- und Nachtanteil ist wie folgt: Mofas 70 % / 30 %, Mopeds 73,8 % / 26,2 % und Motorräder 66,6 % / 33,3 %.

6.7. Wohnort der Verunfallten

Die Wohnorte wurden aufgeschlüssel in ländliche Gemeinden (bis 7.000 Einw.), Großgemeinden (7 - 15 Tsd. Einw.), Kleinstädte (15 - 50 Tsd. Einw.), Mittelstädte (50 - 100 Tsd. Einw.) und Großstädte (über 100.000 Einw.). Im einzelnen stammen die Betroffenen aus folgenden Orten.

Abb. 18


66
64
62
60
58
56
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
<7
7-15
15-50
50-100
>100
[x 10³] EINW.

Ein beträchtlich hoher Anteil (65 %) von Verunfallten ist in ländlichen Gemeinden bis 7.000 Einwohnern zu erwarten. Auf die drei weiteren Kategorien von 7.000 - 100.000 Einwohnern entfallen mit jeweils ungefähr 10 % ein weiteres Drittel. Nur 4 % der verunfallten Zweiradfahrer stammt aus Großstädten. Das ist möglicherweise als Hinweis darauf anzusehen, daß die ländliche Umgebung nicht die richtige Einschätzung für die Gefahren des Straßenverkehrs vermittelt. Inwieweit hier auch psychologische, soziale und familiäre Momente das Fahrverhalten beeinflussen, wäre noch zu untersuchen.

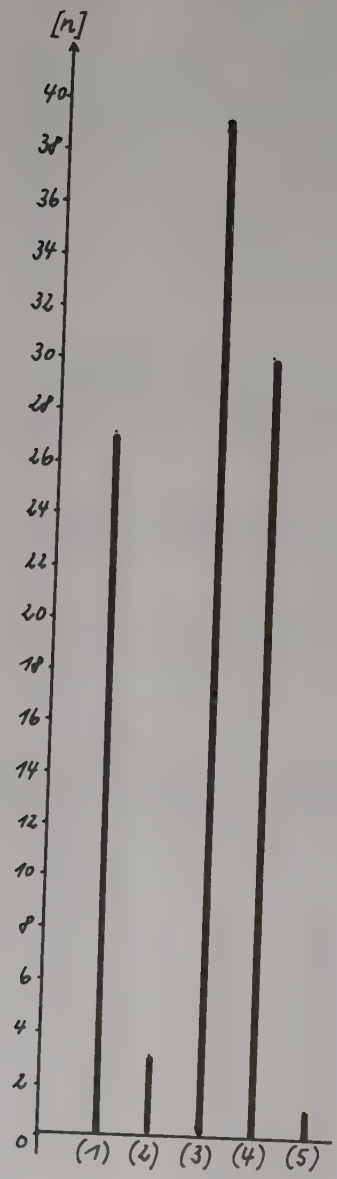
Bei Mofas und Mopedfahrern zeigt sich auch in der Aufschlüsselung der hohe Anteil an Verkehrsteilnehmern aus ländlichen Gegenden, die verunfallt sind: Mofas 50 %, Mopeds 76,2 % und immerhin 55,5 % der Motorradfahrer.

In Anlehnung an 6.4. und 6.6. wurde auf eine graphische Darstellung der Einzelauswertung verzichtet.

6.8. Beruf

Bei der Auswertung von 5 Berufsgruppen ergab sich folgendes Bild. Die in der Abbildung verwendeten Ziffern entsprechen den Berufen wie folgt: Schüler (1), Student (2), Lehrling (3), Arbeiter (4) und Angestellter (5).

Abb. 19

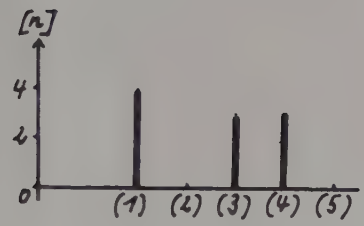


Zu je etwa einem Drittel sind die Berufe Schüler, Lehrling und Arbeiter repräsentiert. Das ist darauf zurückzuführen, daß das Zweirad ein billiges, viel Mobilität verleihendes Fahrzeug ist.

Aufteilung in die drei Fahrzeugklassen:

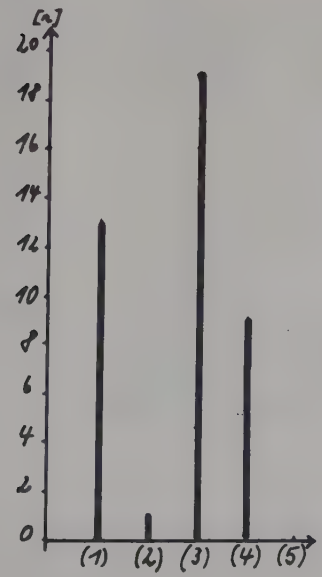
Mofas: $n_{ges.} = 10$

Abb. 20



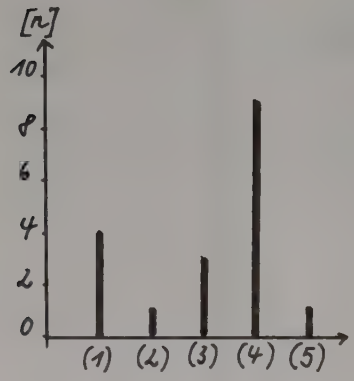
Mopeds: $n_{ges.} = 42$

Abb. 21



Motorräder: $n_{ges.} = 18$

Abb. 22



Auch hier wieder die Repräsentation dieser drei Berufsgruppen. Beim Motorrad liegt der Schwerpunkt, vermutlich wegen der höheren Anschaffungskosten, bei der Berufsgruppe "Arbeiter".

Die folgenden Ergebnisse stammen aus den rückgesandten Fragebogen von 70 Patienten; sie können deshalb nur ausschließlich auf diese Gruppe bezogen werden, analog der bisherigen Aufteilung in drei Fahrzeugklassen.

6.9. Sturzhelm/Kleidung

Von 70 Verunfallten trugen 29, das sind 41,4 %, einen Sturzhelm, über die Hälfte fuhr ohne Helm.

Auf die Fahrzeugklassen verteilt, ergibt sich folgendes:

Mofas: $n_{ges.} = 10$

Keiner der verunglückten Mofafahrer trug einen Sturzhelm!

Moped: $n_{ges.}$ = 42

19 (45,2 %) Mopedfahrer trugen einen Sturzhelm.

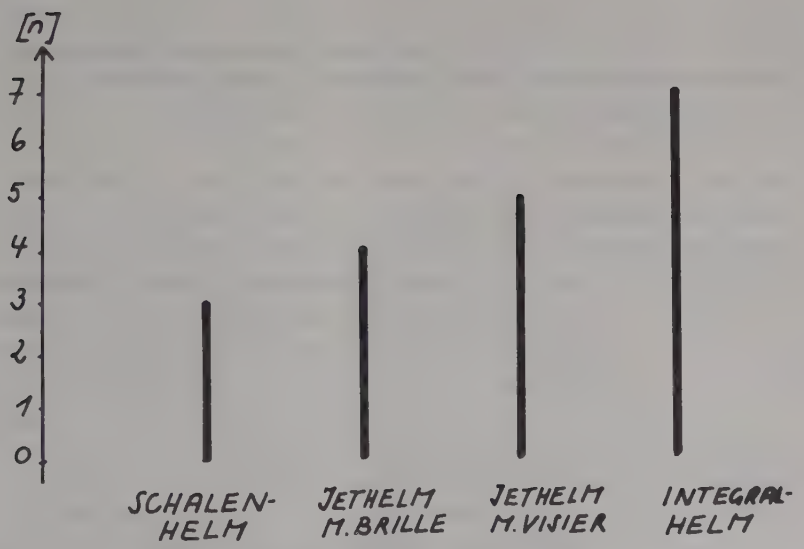
Motorräder: $n_{ges.}$ = 18

55,5 %, entsprechend 10 Motorradfahrern waren behelmt.

Nach der Art des Helms gefragt, ergab sich bei Moped- und Motorradfahrern folgendes Bild.

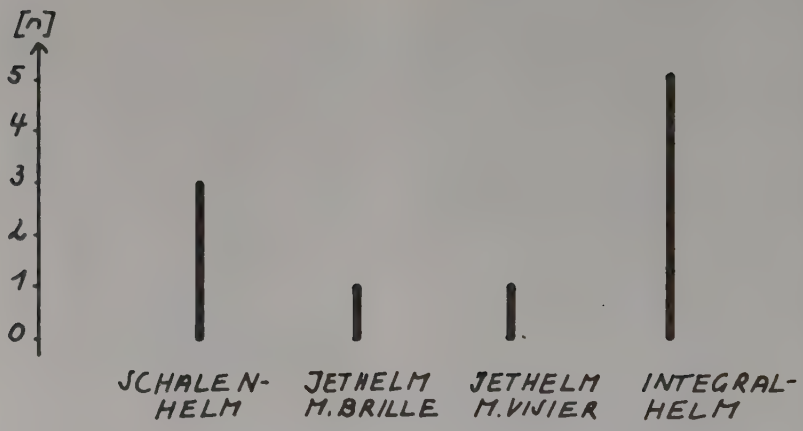
Mopeds: $n_{ges.}$ = 19

Abb. 23



Motorräder: $n_{ges.} = 10$

Abb. 24



Positiv zu werten ist das Überwiegen des Integralhelmes, der als sicherster (WALZ, 1977; NAKAMATA, 1973; REICH et al., 1975) gilt: Mopedfahrer (36,8 %), Motorradfahrer (50 %).

Der Vollständigkeit halber seien die Helmarten im folgenden kurz beschrieben.

Schalenhelm: ohne Ohrenschutz ungenügend, da der seitliche Gesichtsbereich nicht geschützt ist. Bei seitlichem Aufprall besteht zusätzlich die erhöhte Gefahr, daß der Schädel durch den Randwulst verletzt wird.

Jethelm mit Brille oder mit Visier: er vermittelt schon wesentlich mehr Sicherheit, da Wangen- und Ohrenpartie teilweise bedeckt sind. Ungünstigenfalls kann es auch hier bei seitlichem Aufprall Probleme geben, da die Seitensteifigkeit ungenügend ist. Das Visier bietet zusätzlich Sicherheit, da dadurch das Gesicht, wenn auch unzureichend, einigermaßen geschützt ist.

Integralhelm: er gibt den besten und zuverlässigsten Schutz. Durch ihn wird der gesamte Gesichtsbereich inklusive Zähne geschützt. Aufgrund der vorderen Querverbindung wird die seitliche Kompression des Helmes fast vollkommen verhindert.

Die geringe Quote von angelegten Schutzhelmen ist möglicherweise ähnlich begründet wie die Abneigung gegen Sicherheitsgurte bei Autofahrern. Man setzt sich nicht mit den potentiellen Gefahren auseinander, sondern fährt einfach los. Für kurze Wegstrecken wird das Aufsetzen des Helmes wie das Anlegen des Sicherheitsgurtes als unnötig oder überflüssigerweise beengend empfunden.

Die Frage, ob sich generell ein Sturzhelm im Besitz des Fahrers befindet, wurde folgendermaßen beantwortet:

Von 10 Mofafahrern besaßen 2 (20 %) einen, von 42 Mopedfahrern antworteten 30 (71,4 %) mit ja und 14 (78 %) von 18 Motorradfahrern bejahten dieselbe Frage. Verglichen mit der Zahl der tatsächlich getragenen Sturzhelme sprechen diese Zahlen für sich und bestätigen den Verdacht auf ungenügende Selbstmotivation.

Im Hinblick auf vorhandene Kleidung, die schützend getragen werden könnte und tatsächlich zum Unfallzeitpunkt getragene Kleidung, ergab sich folgendes:

Mofas: $n_{ges.} = 10$

Lederbekleidung nicht vorhanden	7
Lederbekleidung vorhanden	3

verteilt auf

Lederhandschuhe	3
Lederstiefel	2

Kleidung zum Unfallzeitpunkt

Lederhandschuhe + normale Straßenkleidung	1	
Lederhandschuhe + -stiefel + normale Straßenkleidung	2	
Normale Straßenkleidung	7	10

Mopeds: $n_{ges.} = 42$

Lederbekleidung nicht vorhanden	18	
Lederbekleidung vorhanden	24	

verteilt auf

Lederjacke	11	
Lederhose	2	
Lederjacke + -hose	7	
Lederhandschuhe	11	
Lederstiefel	9	
Lederkombi	2	

Kleidung zum Unfallzeitpunkt

Normale Straßenkleidung	22	
Lederstiefel	1	
Lederhandschuhe	3	
Lederhandschuhe + -stiefel	3	
Lederjacke	3	
Lederjacke + -handschuhe	2	
Lederjacke + -stiefel	2	
Lederjacke + -handschuhe + -stiefel	2	
Lederjacke + -hose	1	
Lederkombi	2	
Lederjacke + -hose + -handschuhe + -stiefel	1	42

Erschreckend ist der hohe Anteil an Verunfallten in normaler Straßenkleidung von 52,4 %. Nur 3 (7,1 %) waren optimal und weitere 3 (7,1 %) einigermaßen richtig ausgestattet.

Motorräder: $n_{ges.}$ = 18

Lederbekleidung nicht vorhanden	5	
Lederbekleidung vorhanden	13	
verteilt auf		
Lederjacke	5	
Lederjacke + -hose	1	
Lederkombi	5	
Lederhandschuhe	8	
Lederstiefel	9	
Kleidung zum Unfallzeitpunkt		
Normale Straßenkleidung	7	
Lederstiefel	1	
Lederhandschuhe + -stiefel	2	
Lederjacke	1	
Lederjacke + -handschuhe + -stiefel	1	
Lederjacke + -hose	1	
Lederkombi + -handschuhe + -stiefel	5	18

Auch hier hoher Prozentsatz der in normaler Straßenkleidung verunglückten Fahrer (39 %). Deutlich höher als bei den Mopedfahrern allerdings die Zahl derjenigen, die optimal gekleidet waren (28 %) und derjenigen, die einigermaßen sicher gekleidet waren (11,1 %).

6.10. Tagsüber (8.00 - 16.00 h) eingeschaltete Beleuchtung

Von dieser zusätzlichen Vorsichtsmaßnahme machten in folgendem Umfang Gebrauch

Mofas:	2 Verunfallte, entsprechend 20 %,
Mopeds:	4 Fahrer, entsprechend 9,5 % und
Motorräder:	4 Verunglückte, entsprechend 22,2 %.

Diese Möglichkeit der prophylaktischen Maßnahme ist offensichtlich zu wenig bekannt oder wird, was wahrscheinlicher ist, für erläßlich gehalten, weil man sie für uneffektiv hält.

6.11. Fahrzeugtypen

Die in der Auswertung aufgetretenen Typen verteilen sich wie folgt:

Mofas:	10 Fahrzeuge (14,3 %),
Mopeds:	42 Fahrzeuge (60,0 %),
Motorräder:	18 Fahrzeuge (25,7 %).

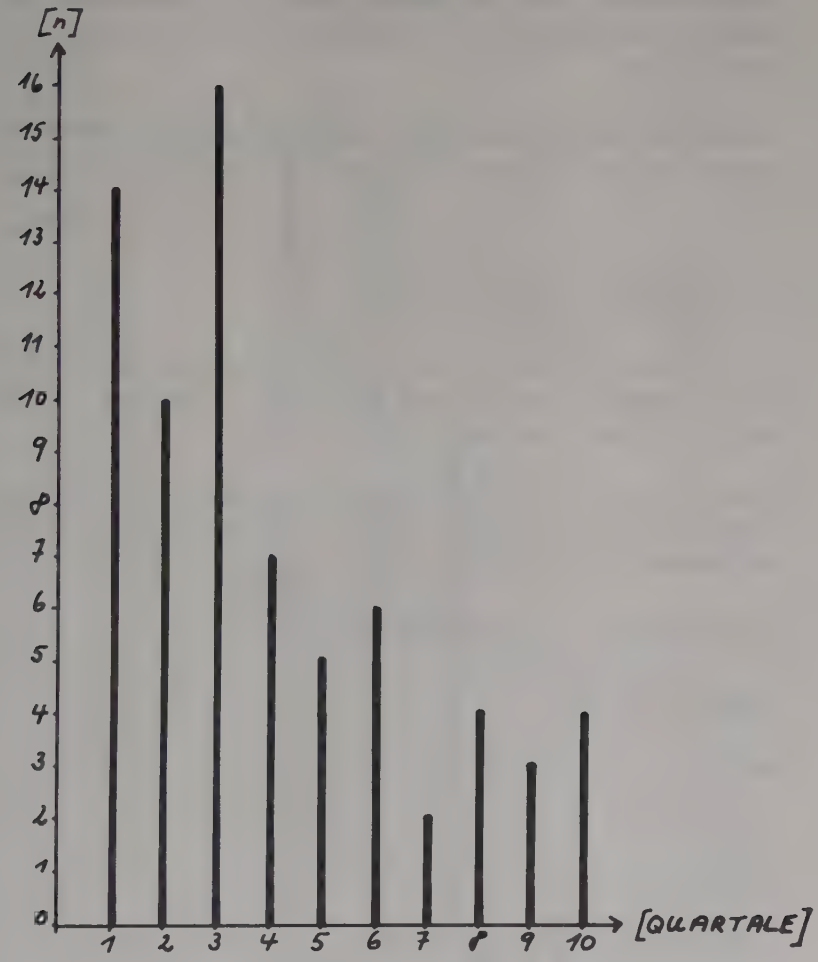
Diese Verteilung ist nicht charakteristisch, da alle Statistiken den Mofas den höchsten Anteil am zweirädrig-motorisierten Verkehrsaufkommen zusprechen, gefolgt von der Gruppe "Moped". Auf dem letzten Rang liegen gemeinhin die Motorräder.

6.12. Fahrpraxis

Der Zeitraum der Fahrpraxis in Monaten bis zum Unfallzeitpunkt wurde auf die einzelnen Fahrzeuggruppen umgeschlagen. Der Übersicht halber wurden die Unfalldaten quartalsweise zusammengefaßt.

Verteilung insgesamt

Abb. 25



Andere Untersuchungen werden hier bestätigt, denen zufolge die überwiegende Mehrheit der Zweiradfahrer in den ersten 18 Monaten nach Erwerb der Maschine bzw. des notwendigen Führerscheins verunglücken. Absolut gesehen verunfallten 82,9 % der Zweiradfahrer in diesem Zeitraum. In der Klassen-

aufteilung wird dieser Umstand bestätigt. Es ergaben sich für Mofas 80 %, für Mopeds 78,6 % und Motorräder 88,9 % verunglückte Fahrer. Selbst wenn man nur das erste Fahrjahr berücksichtigt, sind die Zahlen immer noch erschreckend hoch. (Mofas 60 %, Mopeds 61,9 %, Motorräder 77,7 %, insgesamt gesehen 67,1 %.)

Im Hinblick auf die graphische Darstellung der Einzelauswertungen wurde wie in 6.4., 6.6. und 6.7. verfahren.

6.13. Jährliche Fahrleistungen

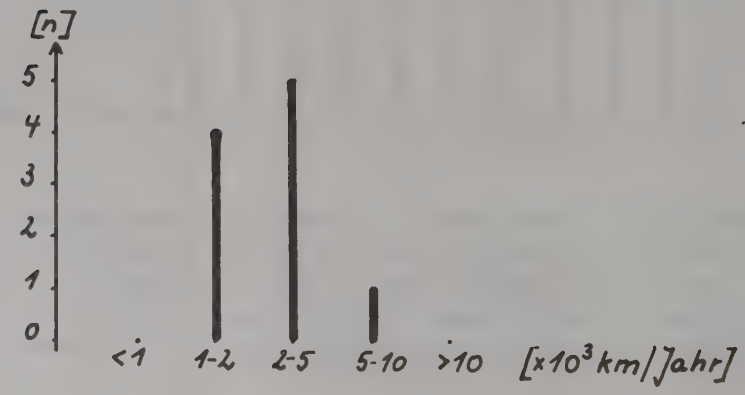
Sie wurde zur Auswertung in folgende Intervalle gestaffelt: unter 1.000 km, 1.001 - 2.000 km, 2.001 - 5.000 km, 5.001 - 10.000 km und mehr als 10.000 km.

Gesamtverteilung wurde hier nicht vorgenommen, da sich aufgrund der unterschiedlichen Motorleistungen keine einheitliche Tendenz gezeigt hat.

Aufschlüsselung in Fahrzeugklassen:

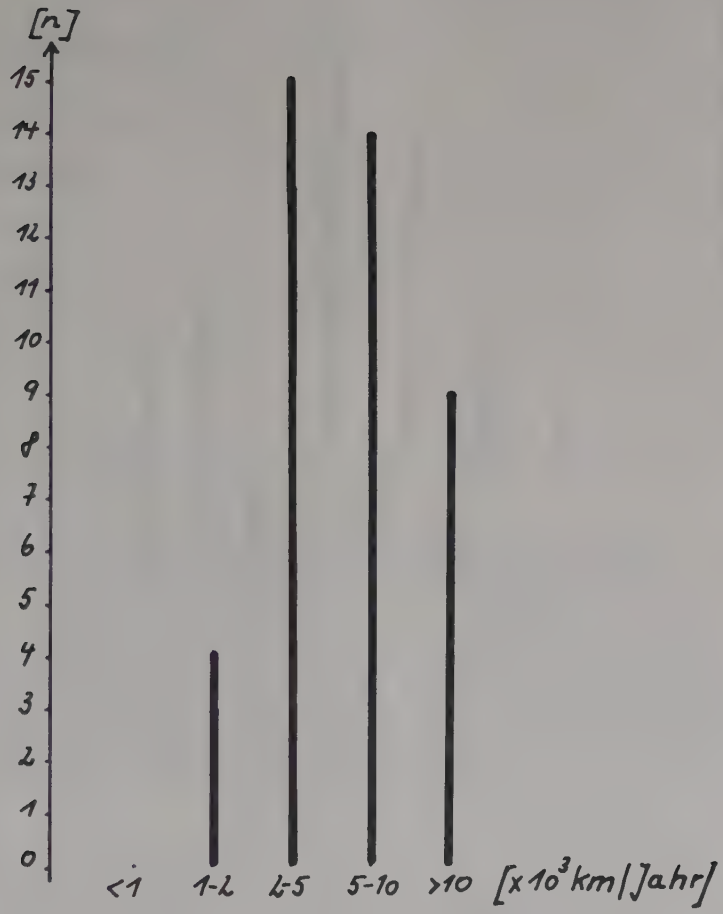
Mofas: $n_{ges.} = 10$

Abb. 26



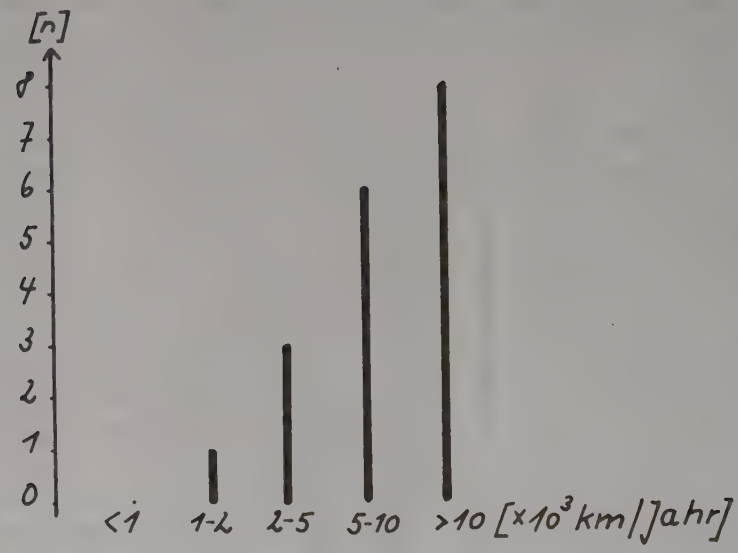
Mopeds: $n_{ges.}$ = 42

Abb. 27



Motorräder: $n_{ges.} = 18$

Abb. 28



Bei den Mofas lag der Schwerpunkt (90 %) bei einer Jahresleistung von 1.001 - 5.000 km, entsprechend knapp 3 - 5,5 km/Tag. Dieser verschob sich bei den Mopeds zum Intervall 2.001 - 5.000 km (69 %). Das sind ungefähr 5,5 - 13,5 km/Tag. Noch höher lag die jährliche Fahrstrecke bei Motorrädern: Der überwiegende Teil (77,7 %) legte hier eine Strecke zwischen 5.001 und mehr als 10.000 km zurück. Umgerechnet auf die durchschnittliche Tagesleistung ergeben sich Entfernungen zwischen 13,5 und mehr als 30 km/Tag.

Mofas werden also häufiger im Kurzstreckenverkehr benutzt, größere Strecken werden durchschnittlich seltener zurückgelegt. Dieses Ergebnis verschiebt sich über die Mopeds, die in der Mitte liegen, zu den Motorrädern, bei denen sicher z.T. aus Freude am Fahren (Freizeitwert, Hobby) größere Strecken zurückgelegt werden. Der enge Bereich "Einkaufen, Schule, Betrieb" verschiebt sich auf weitere Strecken "Ausflug, Kurztrips".

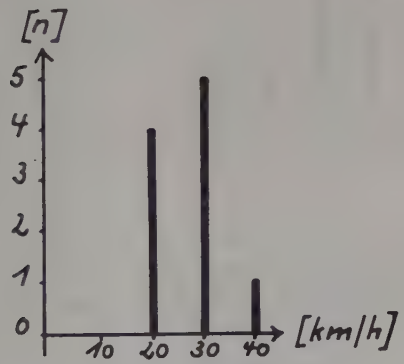
6.14. Geschwindigkeit zum Unfallzeitpunkt

Die Ergebnisse wurden in Geschwindigkeitsbereiche zu je 10 km zusammengefaßt. Aufgrund der unterschiedlichen Motorleistungen wurde kein zusammenfassendes Schaubild angefertigt.

Verteilung auf Fahrzeugklassen

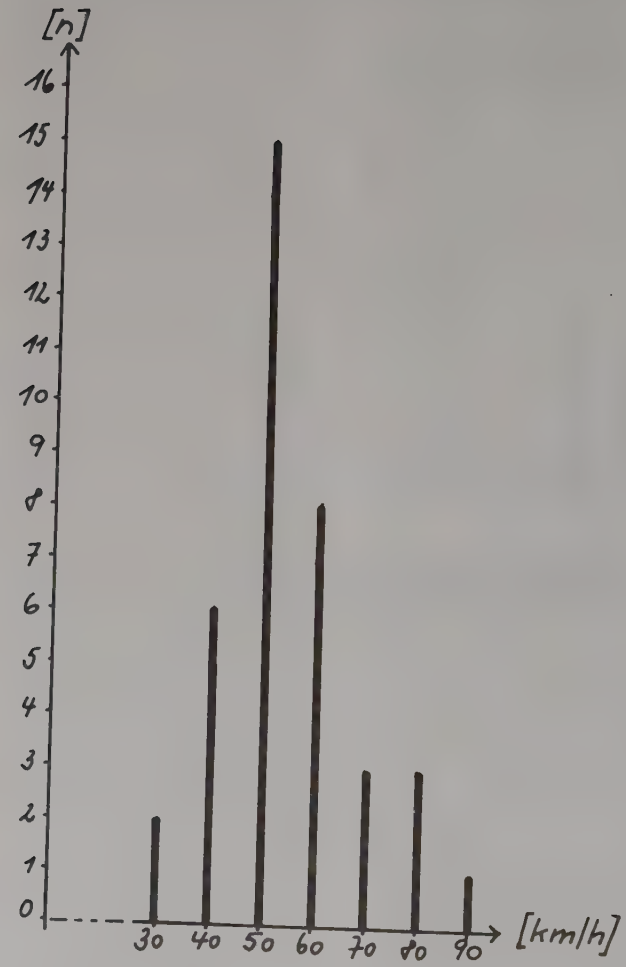
Mofas: $n_{ges.} = 10$

Abb. 29



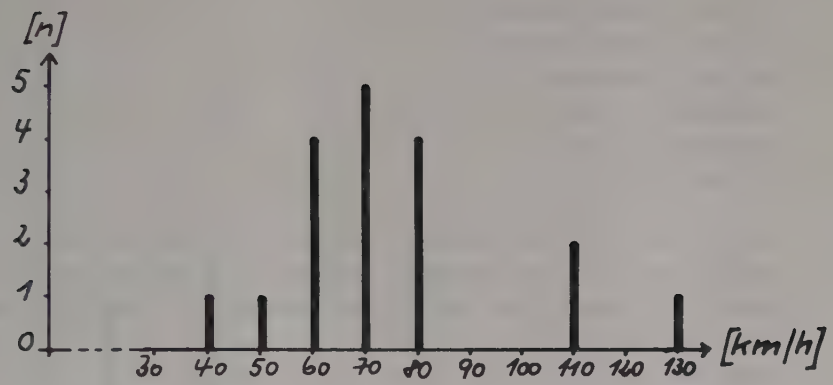
Mopeds: $n_{ges.} = 42$

Abb. 30



Motorräder: $n_{ges.} = 18$

Abb. 31



Erstaunlicherweise liegt der Hauptanteil bei Mofas bei 30 km/h, obwohl 25 km/h die bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit darstellen. Ein Hinweis vielleicht darauf, daß Jugendliche ihren fahrbaren Untersatz dadurch schneller zu machen versuchen, indem sie technische Veränderungen wie z.B. Änderung der Übersetzung oder der Auspuffanlage vornehmen. Obwohl mit Mopeds, Mokicks und Kleinkrafträdern Spitzengeschwindigkeiten von 90 km/h erreicht werden, verunglückt das Gros im mittleren Bereich von 50 - 60 km/h (54,8 %). Bauartbedingt verschiebt sich dieser Bereich bei den Motorrädern auf 70 - 80 km/h (50 %).

6.15. Unfallursache

Folgende Unfallursachen wurden ausgewertet. In Klammer steht jeweils die in der Abbildung dem Begriff entsprechende Ziffer.

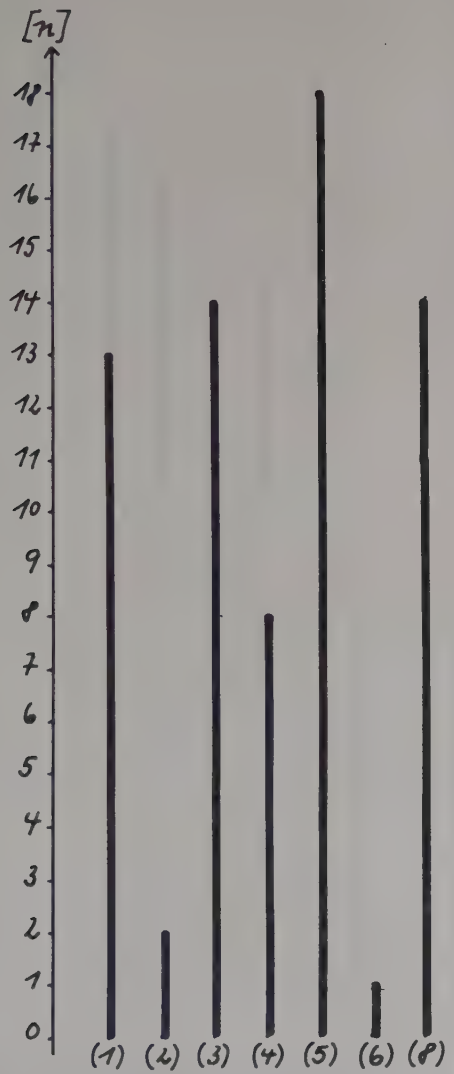
Überhöhte Geschwindigkeit (1)
Überholen (2)
Vorfahrtverletzung (3)
Abbiegen (4)

Hindernis auf der Fahrbahn (5)
Nichteinhalten des Rechtsfahrgebotes (6)
Übermüdung (7)
Unaufmerksamkeit (8)
Blendung durch Fahrzeug (9)
Blendung durch Sonne (10)
Beleuchtungsmängel (11)
Bremsmängel (12)
Aquaplaning (13)
Alkohol (14)

Genannt waren weiter: Wenden, geöffnete Tür und mangelhafte Bereifung. In der Auswertung ergaben sich hier nur Blankwerte, d.h. sie wurden als Unfallursachen nicht genannt. Das gleiche gilt für die Variablen (7), (9), (10), (11), (12), (13) und (14).

Verteilung insgesamt

Abb. 32

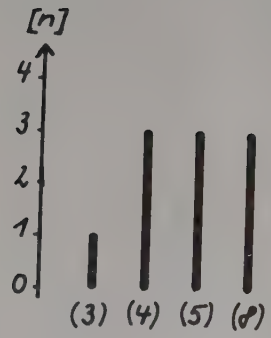


Aufschlüsselung der Ergebnisse auf die Fahrzeugklassen:

(Unfallursachen, bei denen in den einzelnen Klassen nur Blankwerte vorlagen, sind in den Schaubildern nicht mehr aufgeführt.)

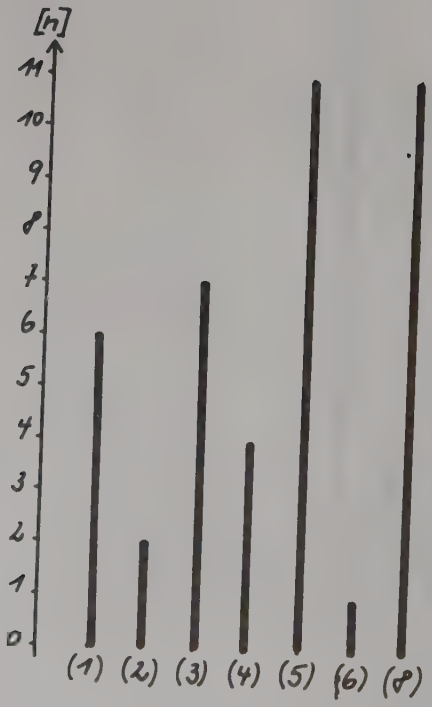
Mofas: $n_{ges.} = 10$

Abb. 33



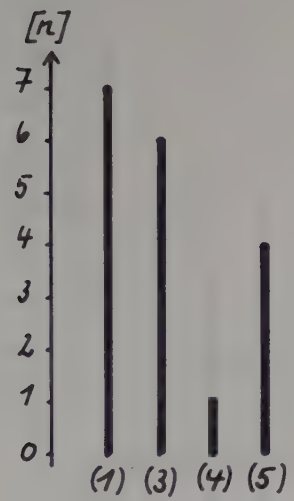
Mopeds: $n_{ges.} = 42$

Abb. 34



Motorräder: $n_{ges.} = 18$

Abb. 35



Mit jeweils 30 % (insgesamt 90 %!) waren die Unfallursachen - Abbiegen, Hindernis auf der Fahrbahn und Unaufmerksamkeit - bei den Mofafahrern vertreten. "Hindernis auf der Fahrbahn" und "Unaufmerksamkeit" sind wohl in gleichem Maße auf unkonzentrierte Fahrweise zurückzuführen, wie sie beim jugendlichen Fahrer sehr häufig vorkommt.

Auch bei den Mopedfahrern werden in 61,9 % diese Unfallursachen genannt (4 = 9,5 %, 5 = 26,2 %, 8 = 26,2 %). Bemerkenswert sind noch die hohen Prozentsätze bei "Vorfahrtverletzung" (16,7 %) und "Überhöhte Geschwindigkeit" (14,3 %). Die überhöhte Geschwindigkeit ist wohl auf die große Risikobereitschaft und das "inadäquate Leistungsstreben" zurückzuführen.

Bei Motorradfahrern wird "Überhöhte Geschwindigkeit" in 39 % aller Fälle als Unfallursache angegeben. "Vorfahrtverletzung" und "Hindernis auf der Fahrbahn" zu 33 % und 22 % genannt.

6.16. Unfallablauf

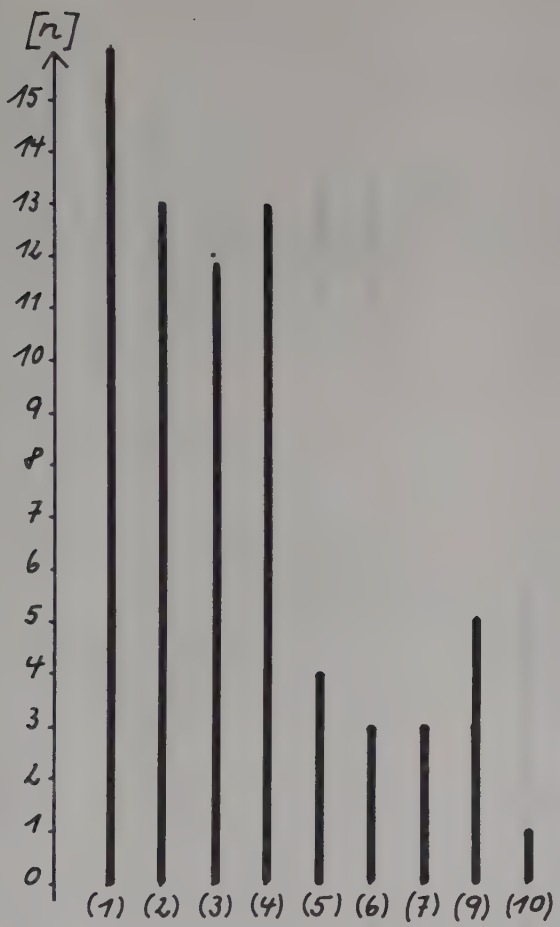
Auf dem Verkehrsfragebogen wurden folgende Punkte aufgeführt; in Klammern wieder die in den Schaubildern verwendeten Zahlen.

Abkommen von der Fahrbahn (1)
Auffahren von vorn (2)
Auffahren von der Seite (3)
Auffahren von hinten (4)
Angefahren werden von vorn (5)
Angefahren werden von der Seite (6)
Angefahren werden von hinten (7)
Schleudern ohne Bremsreaktion (8)
Schleudern durch Bremsreaktion (9)
Schleudern mit blockierten Rädern - Gerade (10)
Schleudern mit blockierten Rädern - Kurve (11)

Für (8) und (11) ergab die Auswertung nur Blankwerte.

Gesamtverteilung

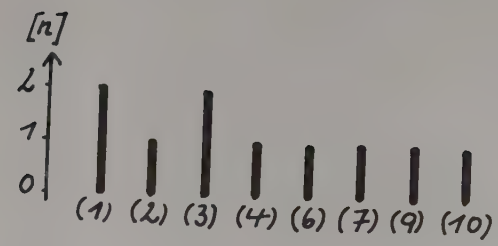
Abb. 36



In der Auswertung für die einzelnen Klassen nicht genannte Punkte sind auch graphisch nicht berücksichtigt.

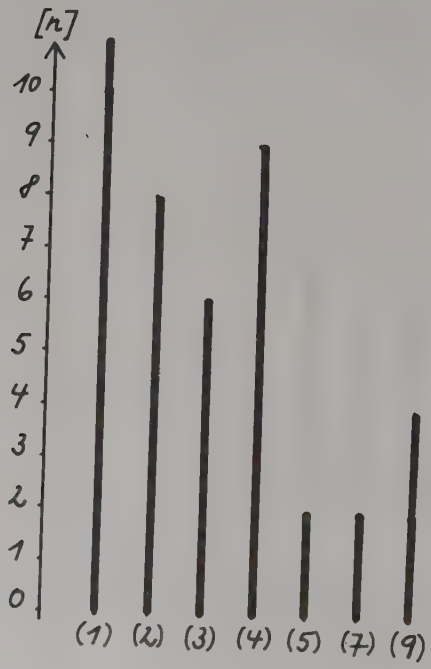
Mofas: $n_{ges.}$ = 10

Abb. 37



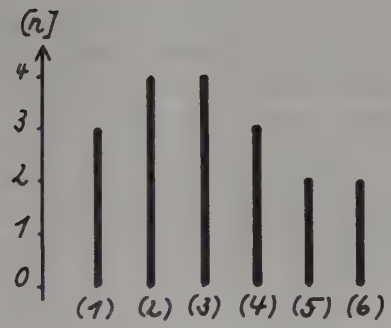
Mopeds: $n_{ges.}$ = 42

Abb. 38



Motorräder: $n_{ges.} = 18$

Abb. 39



Bei den Mofafahrern war die Zahl der Parameter, gemessen an der Zahl der Verunfallten, zu groß, als daß sich hier Schwerpunkte hätten ergeben können. Entsprechend gleichmäßig war die prozentuale Verteilung der Angaben: "Abkommen von der Fahrbahn" und "Auffahren von der Seite" je 20 %; Parameter 2, 4, 6, 7, 9 und 10 je 10 %. Faßt man weiter zusammen und bezieht die Angaben auf Unfälle mit Fremdbeteiligung (2, 3, 4, 5, 6 und 7) und solche ohne Fremdbeteiligung, so sind 60 % durch Kollision mit anderen Verkehrsteilnehmern gestürzt und 40 % ohne Fremdbeteiligung.

Bei den Mopedfahrern ergeben sich Schwerpunkte bei "Abkommen von der Fahrbahn" (26,2 %), "Auffahren von vorn" (19 %) und "Auffahren von hinten" (21,4 %). Auffallend ist noch ein Anteil von 14,3 % für Angabe 3 "Auffahren von der Seite". Die Variablen 5, 7 und 9 wurden zu 4,8 %, 4,8 % und 9,5 % genannt. Unfälle mit Fremdeinwirkung solchen ohne Fremdeinwirkung gegenübergestellt, ergeben ein Prozentverhältnis von 64,3 % zu 35,7 %.

Auch bei den Motorradfahrern lagen verhältnismäßig hohe Sätze bei "Auffahren von vorn", "Auffahren von der Seite" (je 22 %) und "Abkommen von der Fahrbahn" (16,6 %) vor.

Variable 5 und 6 wurden in je 11 % aller Fälle genannt. Die prozentuale Gegenüberstellung von Unfällen mit anderen Verkehrsteilnehmern und jenen ohne Beteiligung Dritter ergibt ein Verhältnis von 83 % zu 17 %.

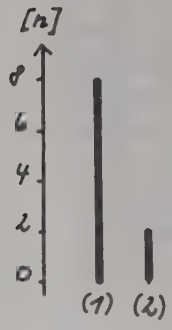
Ohne hier auf die einzelnen Parameter einzugehen, ist auffallend, daß der Anteil von Unfällen mit anderen Verkehrsteilnehmern mit Größe und Schnelligkeit des entsprechenden Zweirades zunehmen. Das kann als Hinweis darauf angesehen werden, daß Zweiradfahrer zum einen sehr leicht von anderen Verkehrsteilnehmern übersehen werden und zum anderen ihrerseits die möglichen Vorsichtsmaßnahmen wie Fahren mit Licht (6.15.) oder entsprechende Kleidung mit Signalcharakter (gelb, gelb-grün, orange) nicht voll ausschöpfen. Es wäre auch denkbar, daß das Fahrzeug einfach nicht sicher genug gehandhabt wird, was wiederum auf mangelnde Fahrpraxis zurückzuführen wäre (6.12.).

6.17. Unfallort

In der Auswertung wurde hier getrennt zwischen "im Ortsinnern verunfallt" (1) und "außerhalb verunfallt" (2). Da bei der Kumulation des Ergebnisses sich keine signifikanten Unterschiede ergaben (1 zu 2 = 53,7 zu 46,3 %), wird nur die Einzelverteilung dargestellt.

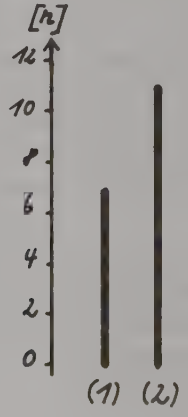
Mofas: $n_{ges.} = 10$

Abb. 40



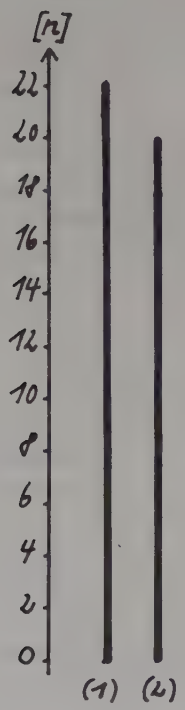
Motorräder: $n_{ges.} = 18$

Abb. 41



Mopeds: $n_{ges.}$ = 42

Abb. 42



Diese Ergebnisse bestätigen den unterschiedlichen Verwendungszweck, der sich aus der Km-Leistung/Jahr (6.13.) ergab. Entsprechend ist die prozentuale Verteilung, jeweils in der Reihenfolge "Unfall im Ort" - "Unfall außerhalb".

Mofas: 80 zu 20 %
Mopeds: 52 zu 48 %
Motorräder: 39 zu 61 %.

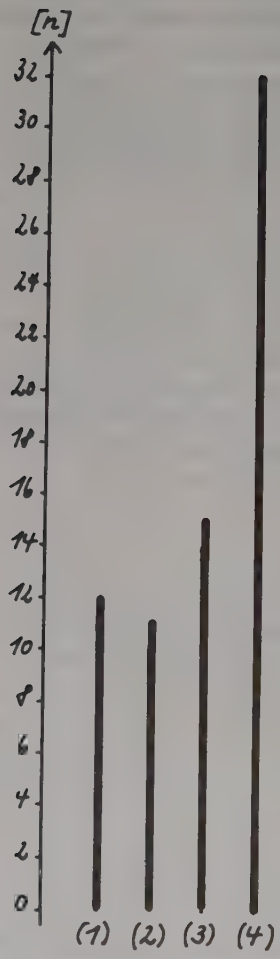
Proportional zur höheren Kilometerleistung pro Tag oder Jahr finden wir eine Zunahme der Unfälle außerhalb.

6.18. Fahrbahnabschnitt

Hier sollen konkretere Angaben über den Unfallort anhand folgender Kriterien gemacht werden. In Klammern wiederum die in den Schaubildern verwendeten Ziffern.

Linkskurve (1)
Rechtskurve (2)
Gerade (3)
Kreuzung/Einmündung (4)

Abb. 43



Auch bei Zweirädern erweisen sich Kreuzungen und Einmündungen als besonders gefahrenträchtig. Die Unfallmomente sind hier auch besonders groß, wenn man berücksichtigt, daß ein Zweiradfahrer, der nach links abbiegen will, zunächst vom rechten Fahrbahnrand zur Straßenmitte wechseln, dabei auf den gleichsinnigen, ihn überholenden Verkehr achten muß und dann erst abbiegen kann, wobei der entgegenkommende Verkehr noch einmal

die gesamte Aufmerksamkeit verlangt. Im Kreuzungsbereich oder an Einmündungen sind 70 % der Mofafahrer, 38 % der Moped- und 50 % der Motorradfahrer verunglückt. Diese Tendenz kommt auch in der Gesamtübersicht zum Ausdruck: 45,7 %. Aus den übrigen Prozentsätzen sind keine gleich gelagerten Tendenzen abzulesen. In der Reihenfolge (1), (2), (3) wurden folgende Angaben gemacht: Mofas: je 10 %, Mopeds: 17, 21 und 24 %, Motorräder: 22, 6 und 22 %.

Da sich, wie aus den angegebenen Prozentsätzen ersichtlich, bei der Einzelauswertung der Fahrzeugklassen keine punktuellen Abweichungen ergaben, wurde auch hier auf eine graphische Einzeldarstellung verzichtet.

6.19. Fahrbahnbeschaffenheit

Folgende Witterungsbedingungen standen hier als Antwort zur Auswahl:

Trocken (1)
Feucht (2)
Naß (3)
Neuschnee (4)
Nasses Laub (5)
Schneematsch (6)
Feste Schneedecke (7)
Glatteis (8)
Wasserlache (9)

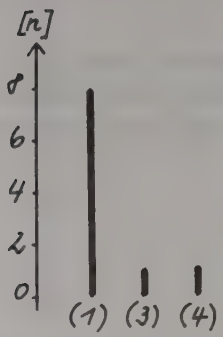
Für die Variablen (2), (6), (7), (8) und (9) ergab die Auswertung nur Blankwerte.

Um die Einheitlichkeit des bisher verwendeten Maßstabes in den Abbildungen beibehalten zu können, wird auf die optische Darstellung der Gesamtverteilung verzichtet. Numerisch ergab sich folgendes, bezogen auf 70 Fahrer: Bei trockener Straße stürzten 50 von 70 Verunfallten gleich 71,4 %, weitere 18 (25,8 %) verunglückten bei nasser Straße und jeweils 1 Fahrer (1,4 %) auf Neuschnee und nassem Laub.

Einzelverteilung

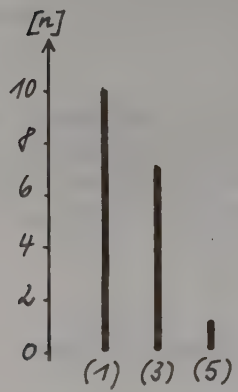
Mofas: $n_{ges.} = 10$

Abb. 44



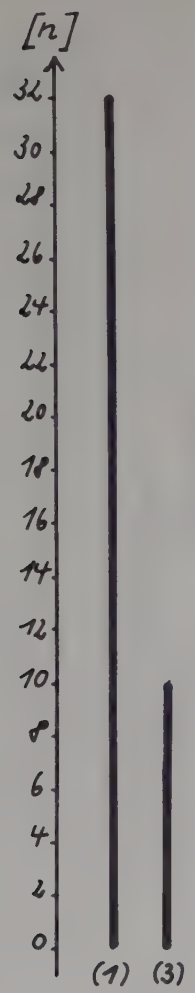
Motorräder: $n_{ges.} = 18$

Abb. 45



Bei einem Großteil der Verunfallten stand der Fahrbahnzustand nicht in kausalem Zusammenhang mit dem Unfallgeschehen: Mofas 80 %, Mopeds 76 % und Motorräder 55 %. In den genannten Fällen wurde der Fahrbahnzustand als "trocken" bezeichnet. Nur geringe Prozentsätze der Unfälle standen in Zusammenhang mit ungünstigen Fahrbahnverhältnissen. Von den Mofafahrern gaben je 10 % "naß" und "Neuschnee" an. 24 % der Mopedfahrer nannten "naß" und 39 % der Motorradfahrer. Hier entfielen weitere 6 % auf die Variable "nasses Laub". Entgegen der naheliegenden Vermutung, daß widrige Straßenverhältnisse sich für Zweiradfahrer besonders nachteilig auswirken, zeigt sich sehr eindeutig, daß sie nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Abb. 46



Witterungsverhältnisse

Im Zusammenhang mit der Fahrbahnbeschaffenheit waren die zum Unfallzeitpunkt angetroffenen Witterungsverhältnisse quasi als Kontrolle von Interesse. Folgende Möglichkeiten waren auf dem Verkehrserhebungsbogen gegeben:

Sonne (1)
Regen (2)
Schneefall (3)
Hagelschauer (4)
Nebel (5)
Sturm (6)

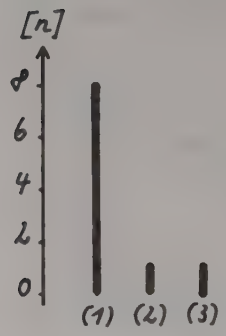
Die Variable (6) ergab in der Auswertung nur Blankwerte.

Analog zum vorhergehenden Abschnitt wird das Gesamtergebnis für alle Fahrzeuggruppen nur zahlenmäßig wiedergegeben. "Sonne" wurde von 65,9 %, "Regen" von 27,9 %, "Schneefall" und "Hagel" von 1,5 % und "Nebel" von 3,2 % angegeben.

Verteilung auf die einzelnen Fahrzeugklassen

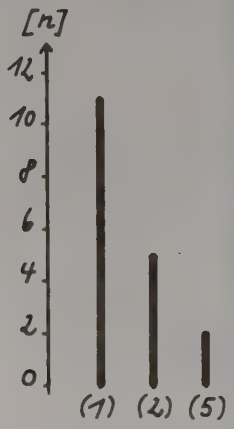
Mofas: $n_{ges.}$ = 10

Abb. 47



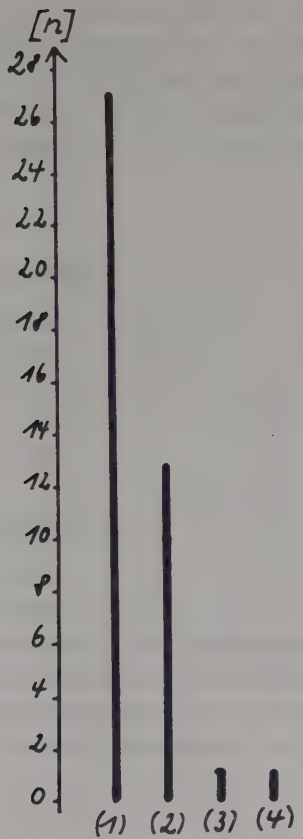
Motorräder: $n_{ges.}$ = 18

Abb. 48



Die Witterungsverhältnisse hatten, wie laut vorhergehendem Abschnitt zu erwarten, nur einen minimalen Einfluß auf das Unfallgeschehen. "Sonne" zum Unfallzeitpunkt lag bei 80 % der Mofafahrer, 64 % der Mopedfahrer und 61 % der Motorradfahrer vor. Die Auswertung ergab für den Parameter "Regen" Anteile von 10, 31 und 28 % in der Reihenfolge der Fahrzeugklassen. Andere Witterungsbedingungen herrschten, wie aus den Schaubildern hervorgeht, nur vereinzelt.

Abb. 49



6.20. Verletzungsauslösende Gegenstände

6.20.1. Teile des eigenen Fahrzeugs

Folgende Fahrzeugteile waren auf dem Verkehrserhebungsbogen aufgeführt:

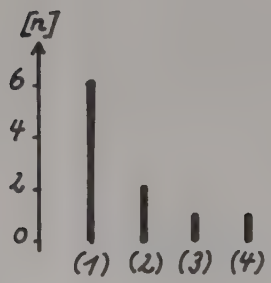
Lenker (1)
Schutzblech (2)
Fußraster (3)
Rad (4)

Aufteilung auf die Fahrzeugklassen

Keiner der verunfallten Mofafahrer hat sich am eigenen Fahrzeug verletzt.

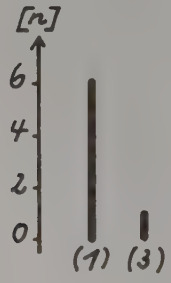
Mopeds: $n_{ges.} = 42$

Abb. 50



Motorräder: $n_{ges.} = 18$

Abb. 51



24 % der Mopedfahrer haben sich am eigenen Fahrzeug verletzt, davon 14 % am Lenker, 5 % am Schutzblech und je 2,5 % am Fußraster + Rad. Durch Anprall gegen den Lenker sind 33 % und Einklemmen am Fußraster weitere 6 % der Motorradfahrer verletzt worden.

Der Umstand, daß sich nur wenige Fahrer Verletzungen durch Teile des eigenen Fahrzeugs zuzogen, unterstreicht die lockere Verbindung zwischen Fahrer und Fahrzeug. Besonders der Anprall gegen den Lenker ist als entsprechender Hinweis zu werten.

6.20.2. Fahrzeugteile des Unfallgegners

An folgenden Teilen und Kombinationen des Fahrzeugs des Unfallkontrahenten haben sich die Verunfallten weitere Verletzungen zugezogen. Aufgrund der vielfältigen Kombinationen, bezogen auf die Zahl der Fahrer, ist eine einheitliche graphische Darstellung nicht möglich.

	Anzahl der Verunfallten	
Mofas:		
Windschutzscheibe/Front	2	
Windschutzscheibe + Seitenpartie	1	
Windschutzscheibe + Stoßstange	1	
Stoßstange + Heck	1	
Heck	1	6
Mopedfahrer:		
Lenker	1	
Frontpartie	2	
Frontpartie + Stoßstange	1	
Frontpartie + Windschutzscheibe	1	
Windschutzscheibe	1	
Windschutzscheibe + Kotflügel	2	
Windschutzscheibe + Seitenpartie	2	
Seitenpartie	3	
Seitenpartie + Stoßstange	2	
Seitenpartie + Heck	1	
Heck	5	
Heck + Kotflügel	1	22
Motorradfahrer:		
Frontpartie	3	
Frontpartie + Stoßstange + Kotflügel	1	
Windschutzscheibe	1	
Seitenpartie	7	
Heck	3	15

Folgende Rückschlüsse auf den Unfallablauf lassen sich aus diesen Ergebnissen ziehen:

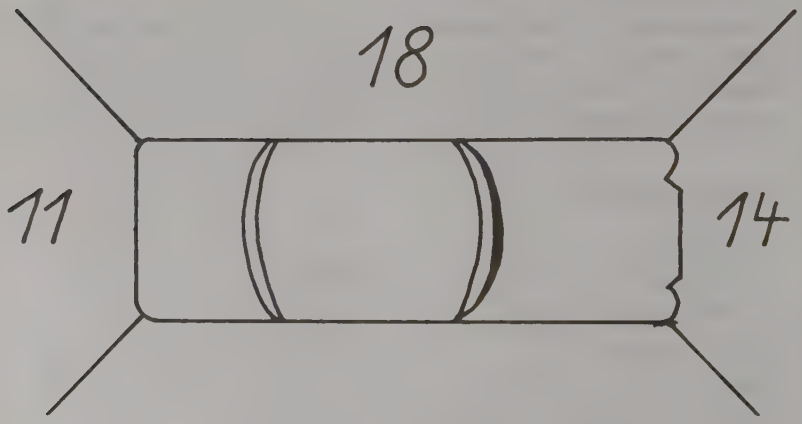
60 % der Mofafahrer sind mit Beteiligung anderer Verkehrsteilnehmer verunfallt. Drei prallten frontal oder winklig von vorne auf, ein Fahrer stieß seitlich gegen den Gegner und zwei weitere prallten von hinten auf das gegnerische Fahrzeug.

Bei den Mopedfahrern beläuft sich der Anteil derjenigen, die mit Beteiligung Dritter verunglückten, auf 52,4 %, entsprechend 22 Fahrern. Von diesen fuhren 6 frontal oder schräg von vorne auf, 10 weitere prallten gegen die Seitenpartie des Kontrahenten und 6 andere verletzten sich durch Kollision von hinten oder schräg von hinten.

15 Motorradfahrer (83,3 %) zogen sich Verletzungen durch Zusammenstoß mit anderen Verkehrsteilnehmern zu. Frontal oder schräg von vorne kollidierten 5, in die Seitenpartie prallten weitere 7 und 3 Fahrer stießen gegen das Heck des Unfallkontrahenten.

Unabhängig von der Fahrzeugklasse ergibt sich damit folgendes Bild: 14 Fahrer fuhren frontal auf, 18 prallten in die Seite des Unfallgegners und 11 weitere stießen gegen die Heckpartie des mitbeteiligten Fahrzeugs.

Abb. 52



6.20.3. Verletzungsauslösende Hindernisse in der Umgebung des Unfallortes

An folgenden Hindernissen in der näheren Umgebung des Unfallortes verletzten sich die Fahrer.

Mofas:		
Straße	5	5
Mopeds:		
Straße	10	
Straße + Randstein	2	
Straße + Randstein + Böschung + Baum	1	
Randstein	4	
Mauer	2	
Steinpfeiler	1	
Straßenlampe	1	
Betonsockel	1	
Abflußrohr	1	
Markierungsstein	1	24
Motorräder:		
Straße	7	
Straße + Randstein	2	
Mauer	3	12

Bei den Ergebnissen von 6.20.1. - 6.20.3. muß noch berücksichtigt werden, daß sich durch Kombination von "Fahrzeugteilen" und "Hindernissen in der Umgebung" pro Fahrzeuggruppe insgesamt mehr als 10 bzw. 42 resp. 18 verunfallte Fahrer ergeben.

6.21. Weichteilverletzungen im Kopf- und Halsbereich

Die Daten, die in diesem und den folgenden Abschnitten ausgewertet wurden, stammen sämtliche aus den Patientenkarten der Verunfallten.

Schürf-, Riß-, Platz- und Quetschwunden wurden aufgrund ihrer klinischen Gemeinsamkeit zusammengefaßt.

In den meisten Fällen wäre keine stationäre Aufnahme erforderlich gewesen. Sie wurden nur der Vollständigkeit halber und um ihrer numerischen Häufigkeit gerecht zu werden berücksichtigt.

Folgende Lokalisationsmöglichkeiten lagen der Auswertung zugrunde; in Klammern wieder die jeweils in der Abbildung verwendeten Ziffern.

Hals (1)
Kinn (2)
Unterlippe (3)
Oberlippe (4)
Mundwinkel (5)
Nase (6)
Wange (7)
Augenlider (8)
Augenbrauen (9)
Stirn (10)
Kombinationen (11)

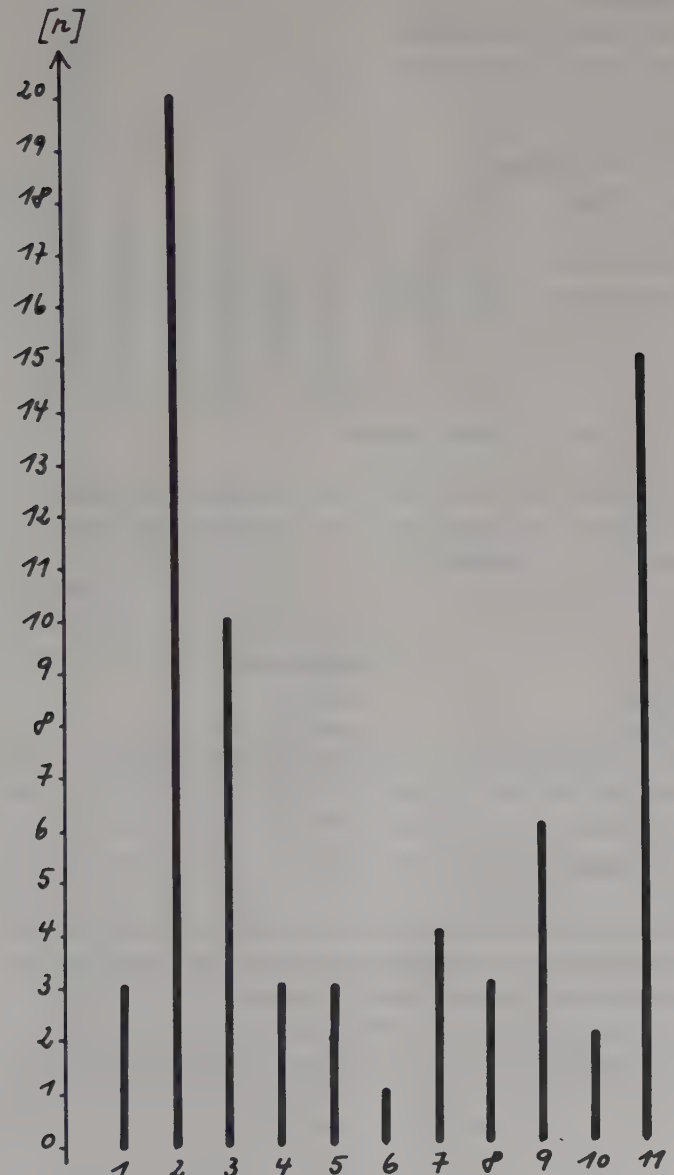
Das erste Schaubild vermittelt einen Überblick über die einzelnen Lokalisationen. Die Angabe "Ja - ohne nähere Angaben" (Ja - o.n.A.) steht für generalisierte Weichteilverletzungen ohne genaue Spezifikation.

Absolute Häufigkeit: $n_{ges.} = 100$

Bei 70 Verunfallten wurden genau lokalisierte Weichteilverletzungen ausgewiesen; bei 13 weiteren wurden sie als generalisiert angegeben. Insgesamt erlitten also 83 Verunfallte, entsprechend 83,0 % Verletzungen der Gesichtsweichteile.

Relative Verteilung: $n_{ges.} = 70$

Abb. 53



Folgende Kombinationen wurden dabei angegeben:

Kinn + Hals	1	
Kinn + Mundwinkel	1	
Kinn + Oberlippe + Unterlippe	1	
Kinn + Oberlippe + Augenbraue	1	
Kinn + Stirn	2	
Kinn + Wange	2	
Oberlippe + Unterlippe	2	
Oberlippe + Wange	2	
Oberlippe + Nase	1	
Stirn + Augenbraue	1	
Stirn + Oberlippe + Unterlippe	1	15

6.22. Übrige Weichteilverletzungen

Für die Weichteilverletzungen in den anderen Körperbereichen ergab sich folgendes Bild, bei dem diese Lokalisationen berücksichtigt wurden:

Schulter (1)
Oberarm (2)
Ellbogen (3)
Unterarm (4)
Hand (5)
Handrücken (6)
Hüfte (7)
Oberschenkel (8)
Knie (9)
Unterschenkel (10)
Kombinationen (11)

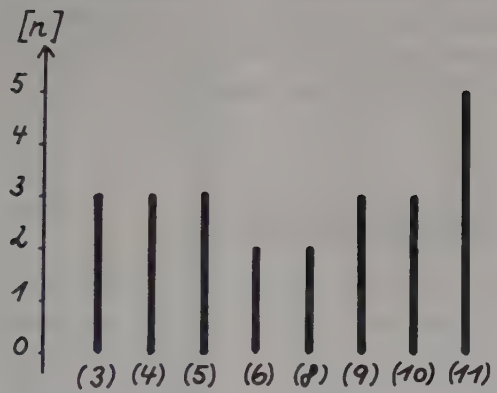
Absolute Häufigkeit: $n_{ges.} = 100$

Insgesamt 28 Verunfallte (28,0 %) trugen solche Verletzungen davon. Bei 24 war die Lokalisation genau beschrieben, bei weiteren 4 als generalisiert angegeben.

Für die Variablen (1), (2) und (7) ergaben sich nur Blankwerte.

Relative Verteilung: $n_{ges.} = 22$

Abb. 54



Kombinationen traten wie folgt auf:

Ellenbogen + Handgelenk + Hüfte + Knie	1	
Ellenbogen + Unterarm	1	
Ellenbogen + Hand	1	
Hand + Knie	2	5

Auffallend bei der Auswertung der Weichteilverletzungen im Gesichtsbereich ist die Häufigkeit, mit der das Kinn allein oder zusammen mit anderen Gesichtsteilen betroffen wurde (41 %): Bei Zusammenprall mit Hindernissen oder Dritten fliegt der Fahrer mit dem Kopf voraus über den Lenker und prallt dementsprechend mit dem prominentesten Teil des Gesichts zuerst auf. Reflexartig kann der Aufprall durch Ausstrecken der Arme, sofern die Zeit bleibt, gedämpft werden. Bezeichnend dafür ist die Häufigkeit der Weichteilverletzungen an den oberen Extremitäten: In 15 Fällen sind Arme und Hände betroffen. Fast ebenso häufig werden, vermutlich durch den tangentialen Sturz, die Beine betroffen.

Bemerkenswert ist, daß Weichteilverletzungen im Gesicht über dreimal so häufig sind, wie an den gesamten übrigen Körperregionen zusammen. Unter Berücksichtigung der generalisierten WT-Verletzungen ohne genaue Lokalisationsangabe ergibt sich hier ein Verhältnis von 83 zu 28. Das ist darauf zurückzuführen, daß das Gesicht meist ungeschützt ist, während die übrigen Körperpartien durch Kleidung bedeckt sind.

6.23. Verletzungen des knöchernen Schädels

Zunächst wurden Verletzungen des dentogenen Formenkreises wie Zahnluxationen, frakturierte und zu Verlust gegangene Zähne ausgewertet. Im ersten Schaubild (absolute Häufigkeit, bezogen auf 100 Patienten) entspricht (1) Zahnluxationen, (2) frakturierte Zähne und (3) zu Verlust gegangene Zähne.

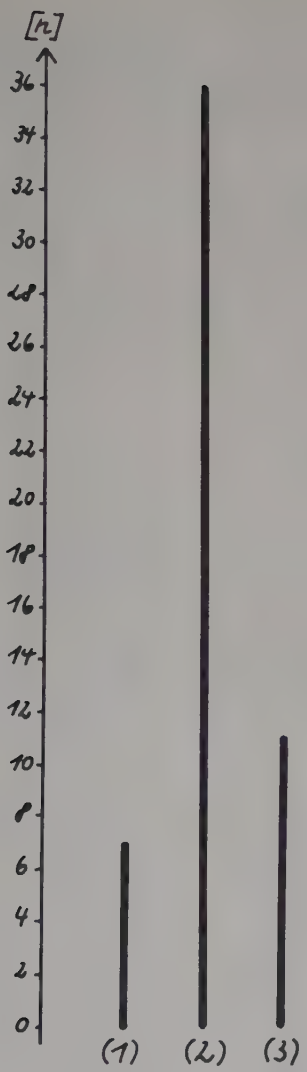
Lokalisation der luxierten Zähne

Zur genauen Lagebezeichnung wurden die beiden Kieferhälften wie folgt aufgeteilt:

OK:		UK:	
	Front (1)		Front (6)
	Eckzahn re. (2)		Eckzahn re. (7)
	Eckzahn li. (3)		Eckzahn li. (8)
	SZG re. (4)		SZG re. (9)
	SZG li. (5)		SZG li. (10)

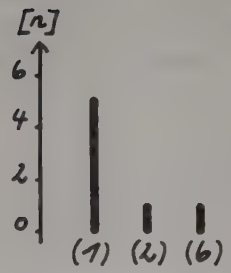
Die Variablen (3), (4), (5), (7), (8), (9) und (10) ergaben nur Blankwerte.

Abb. 55



Relative Verteilung: $n_{ges.} = 7$

Abb. 56

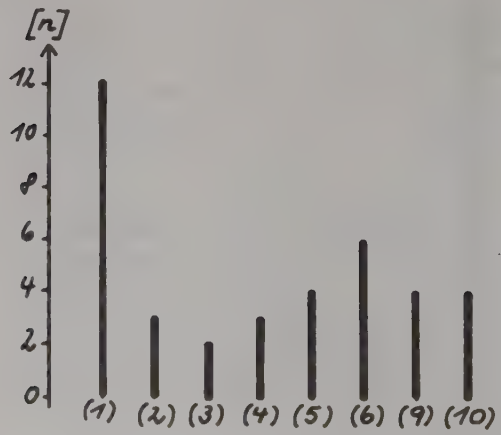


Lokalisation der frakturierten Zähne

Hier wurde gleich verfahren wie im vorhergehenden Abschnitt, die arabischen Ziffern entsprechen derselben Lokalisation. Für (7) und (8) wurden keine Werte ausgeworfen.

Relative Verteilung: $n_{ges.} = 36$

Abb. 57

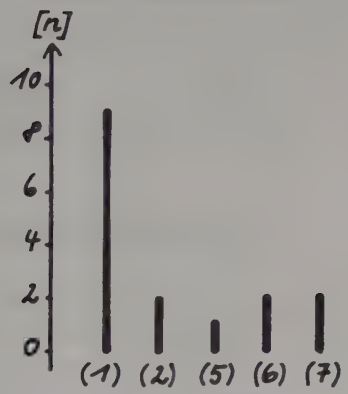


Lokalisation der zu Verlust gegangenen Zähne

Hier wurde wieder dieselbe Einteilung im Hinblick auf die beiden Kieferhälften und die Lagebezeichnung der betroffenen Zähne vorgenommen. Für (3), (4), (8), (9) und (10) wurden wieder nur Blankwerte ausgewiesen.

Relative Verteilung: $n_{ges.} = 16$

Abb. 58



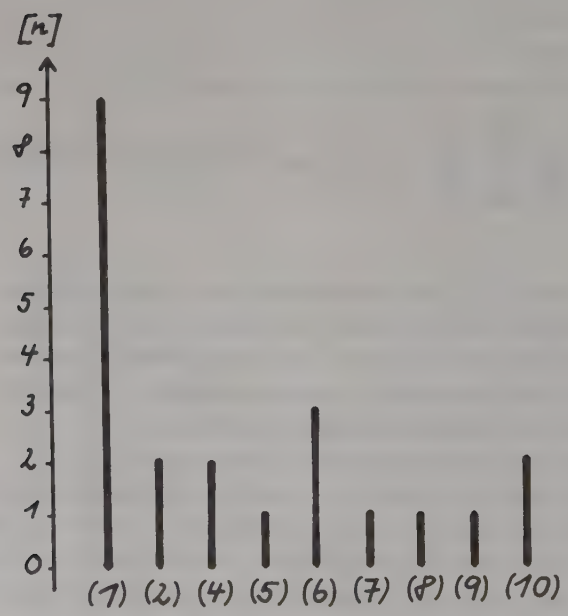
Aufallend ist auch hier, daß bei allen drei Verletzungsarten die Front wieder am stärksten betroffen ist: So lagen 85 % (100 %) der luxierten, 47 % (61 %) der frakturierten und 69 % (94 %) der zu Verlust gegangenen Zähne in dieser Kieferregion. Die in Klammern genannten Prozentsätze schließen die Eckzähne beidseitig mit ein. Hier bestätigt sich weitgehend, was sich schon bei der Auswertung der Weichteilverletzungen abzeichnete: Die prominenten Teile des Gesichts, hier speziell die Region unterhalb der Nasenöffnung, ist in einer Vielzahl von Unfällen besonders verletzungsgefährdet.

Alveolarfortsatzfrakturen

Diese Fraktur des knöchernen Fortsatzes zur Aufnahme der Zähne wurde in 13 Fällen (13 %) verzeichnet. Dabei wurden 22 Alveolarfortsätze frakturiert. Im UK sind es Brüche, bei denen die Kontinuität des horizontalen Astes stets erhalten bleibt. Das gleiche gilt im OK für die Frontzähne, nur ausnahmsweise ist der Nasenboden mit herausgebrochen, im SZG ist in aller Regel die Kieferhöhle in die Frakturlinie mit einbezogen. Die Ziffern im Schaubild entsprechen wieder den eingangs dieses Abschnittes angegebenen Lagebezeichnungen. Nur Blankwerte ergaben sich für die Variable (3).

Verteilung: $n_{ges.} = 22$

Abb. 59



Wieder ist, wie in den vorhergehenden Abschnitten, die Front als zentraler Ort der Gewalteinwirkung überdurchschnittlich häufig verletzt worden. Auf sie entfallen 54 % der frakturierten Alveolen; berücksichtigt man noch die beidseitigen Eckzähne, so erhöht sich dieser Prozentsatz auf 72.

Unterkieferfrakturen

Insgesamt wurden 59 Brüche festgestellt. In 24 Fällen (40,7 %) war der Unterkiefer einfach, in 28 (47,5 %) doppelt und bei weiteren 7 Patienten (11,8 %) dreifach frakturiert. Bei 57 Verunfallten lagen also 101 Einzelfrakturen vor.

Zunächst eine Aufstellung über die Lokalisation der festgestellten UK-Frakturen.

Einfache Frakturen:

Paramedianfraktur re.	1	
Eckzahnbereich rechts	2	
Eckzahnbereich links	2	
Horizontaler Ast rechts	2	
Horizontaler Ast links	2	
UK-Winkel rechts	1	
UK-Winkel links	3	
Aufsteigender Ast rechts	1	
Collum rechts	4	
Collum links	1	
UK-Gelenkfortsatz rechts	5	24

Doppelte UK-Frakturen:

Medianfraktur + Kieferwinkel rechts	1	
Paramedianfraktur rechts + horizontaler Ast links	1	
Paramedianfraktur + Kieferwinkel links	1	
Eckzahn rechts + Kieferwinkel rechts	2	
Eckzahn rechts + Kieferwinkel links	2	
Eckzahn rechts + Gelenkfortsatz links	2	
Eckzahn links + horizontaler Ast rechts	1	
Eckzahn links + Kieferwinkel rechts	1	
Eckzahn links + Collum links	1	
Eckzahn links + Gelenkfortsatz links	1	
Horizontaler Ast rechts + Gelenkfortsatz links	2	
Horizontaler Ast rechts + Collum rechts	1	
Horizontaler Ast links + Kieferwinkel rechts	2	
Horizontaler Ast links + Collum links	1	
Kieferwinkel rechts + Collum rechts	1	
Kieferwinkel links + Collum rechts	1	
Kieferwinkel beidseitig	4	
Collum beidseitig	1	
Gelenkfortsatz beidseitig	2	28

Dreifache UK-Frakturen:

Paramedian rechts + Collum beidseitig	1	
Eckzahn links + Gelenkfortsatz beidseitig	3	
Horizontaler Ast rechts + Kieferwinkel beidseitig	1	
Horizontaler Ast rechts + Collum beidseitig	1	
Kieferwinkel links + Collum beidseitig	1	7

Dislokation

In 7 Fällen der Einfachfrakturen war das frakturierte Segment disloziiert, bei den doppeltfrakturierten Unterkiefern waren in 6 Fällen beide Fragmente und in ebenfalls 6 Fällen ein Bruchstück verlagert. Bei 2 Dreifachfrakturen waren 2 Segmente verlagert und bei weiteren 2 ein Bruchstück disloziiert.

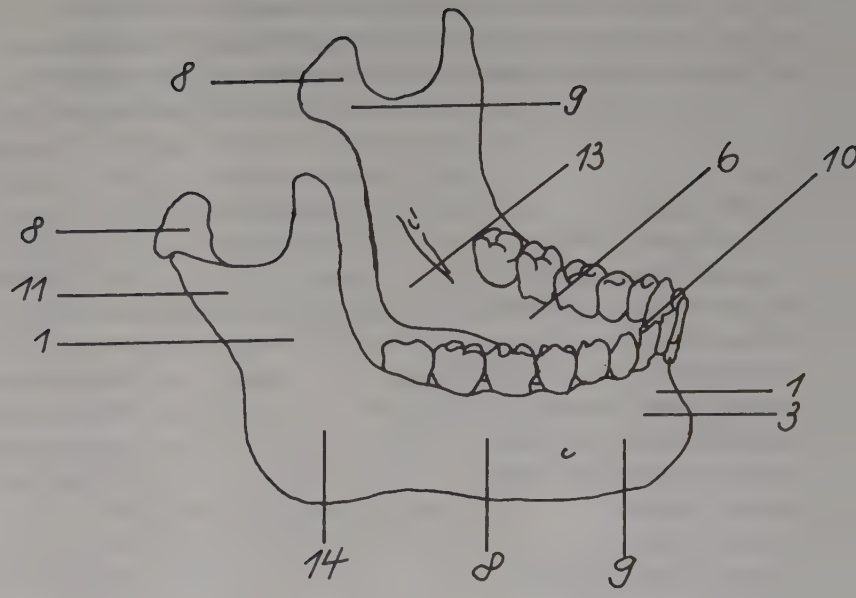
Prädelektionsstellen

Um die bevorzugt betroffenen Unterkieferabschnitte übersichtlicher darstellen zu können, werden alle Frakturen und deren Kombinationen einzeln aufgezählt; 101 Frakturen verteilen sich wie folgt auf einzelne Kieferabschnitte:

Median	1	
Paramedian	3	
Eckzahnbereich rechts	9	
Eckzahnbereich links	10	
Horizontaler Ast rechts	8	
Horizontaler Ast links	6	
Kieferwinkel rechts	14	
Kieferwinkel links	13	
Aufsteigender Ast rechts	1	
Aufsteigender Ast links	-	
Collum rechts	11	
Collum links	9	
Gelenkfortsatz rechts	8	
Gelenkfortsatz links	8	101

Der hohe Anteil von Frakturen des Unterkiefers unterstreicht die besondere Gefährdung dieses prominenten Teils des Gesichtsschädels.

Abb. 60



Mittelgesichtsfrakturen

Bei der Auswertung der Mittelgesichtsfrakturen nahmen wir die Einteilung nach LE FORT vor. 22 Frakturenkombinationen wurden festgestellt. Aufgeteilt in einfache, doppelte, drei-, vier- und fünffache Frakturen ergab sich folgendes Bild:

Einfache Frakturen:

I rechts 1 1

Doppelte Frakturen:

II beidseits	4	
III beidseits	3	
II links + III links	1	
II links + III rechts	1	
II rechts und OK-Sagittalfraktur	3	12

Dreifache Frakturen:

II rechts + III beidseits	2	
III rechts + II beidseits	1	3

Vierfache Frakturen:

I + II je beidseits	1	
I + III je beidseits	1	
II + III je beidseits	2	4

Fünffache Frakturen:

I + II je beidseits, III links	1	1

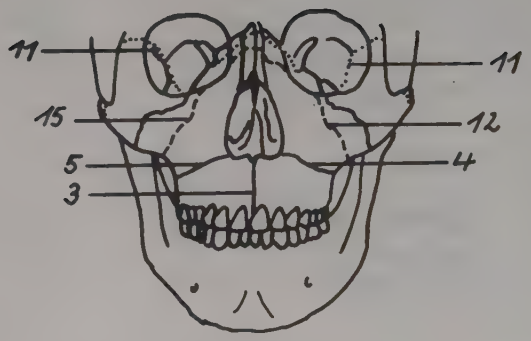
Sechsfache Frakturen:

I, II + III je beidseits	1	1	22

Diese 22 Mittelgesichtsbrüche wiesen 61 Lokalisationen der Frakturlinien auf. Im folgenden die Einzelaufteilung nach LE FORT:

I rechts	5	
I links	4	
II rechts	15	
II links	12	
III rechts	11	
III links	11	
OK-Sagittalfraktur	3	61

Abb. 61



Auffallend ist der verhältnismäßig geringe Frakturlinienanteil unterhalb der Nasenöffnung. Gewalteinwirkung von vorne durch Sturz oder Kollision wird offensichtlich vom hervorstehenden Kinn und damit Unterkiefer aufgenommen. Zwischen Nasenöffnung und Bipupillarlinie nimmt der Anteil der Frakturlinien sprunghaft auf 80,3 % gegenüber 19,3 % zu.

Nasenbeinfrakturen

Insgesamt wurden hier 12 Frakturen, entsprechend 12 % der Verunfallten verzeichnet. In 11 Fällen waren sie mit anderen Mittelgesichtsfrakturen, meist LE FORT II und III sowie OK-Sagittalfrakturen gekoppelt. In einem Fall lag Kombination mit einer Alveolarfortsatzfraktur der Zähne 11 und 21 vor. Alle OK-Sagittalfrakturen waren mit Nasenbeinbrüchen kombiniert.

Verteilung:

Nasenbeinfraktur	8	
Nasenbeintrümmerfraktur	2	
Nasenbeindefektfraktur	1	
Nasenbeinabriß	1	12

Jochbeinfrakturen

27 Verunfallte (27 %) wiesen Jochbeinfrakturen auf. Sie verteilten sich auf die beiden Gesichtshälften wie folgt:

Jochbeinfraktur rechts	9	
Jochbeinfraktur links	5	
Jochbeinimpressionsfraktur rechts	4	
Jochbeinimpressionsfraktur links	6	
Jochbeinaussprengungsfraktur rechts	2	
Jochbeinaussprengungsfraktur links	1	27

Zu erwähnen ist noch, daß die Fragmente in 5 Fällen dislokiert waren.

Orbitabodenfrakturen (sog. blow-out-fracture)

Isolierte Orbitabodenfrakturen traten nur in 5 Fällen, entsprechend 5 % auf.

Verteilung:

Orbitabodenfraktur rechts	3	
Orbitabodenfraktur links	1	
Orbitabodenfraktur beidseitig	1	5

Das seltene Auftreten dieser Art der Mittelgesichtsfraktur liegt darin begründet, daß der Orbitaboden im allgemeinen zusammen mit der Jochbeinfraktur oder der Mittelgesichtsfraktur nach LE FORT III bricht und zwar über die seitliche Orbitawand und die Fissura orbitalis inferior.

Orbitadachfrakturen

Dieser Bruch wurde nur bei einem Verunfallten festgestellt, und zwar an der Orbita rechts in Zusammenhang mit einer Stirnbeinimpressionsfraktur rechts.

Frakturen des Schädeldachs und der Schädelbasis

Derartig schwere, meist lebensbedrohliche Frakturen wurden in 4 Fällen diagnostiziert:

Frontoparietale Schädelfraktur links	2	
Frontobasale Schädelfraktur rechts	1	
Schädelbasisfraktur	1	4

Stirnbeinfrakturen

In insgesamt 7 Fällen (7 %) wurde diese Verletzung festgestellt. Bei drei Verunfallten waren die Fragmente imprimiert und in zwei Fällen mit offener Schädelhirnverletzung sowie einer Impression der hinteren Siebbeinzellen verbunden; in 2 Fällen kam es zum Riß der Dura mater, davon einmal mit Stirnhirnverletzung kombiniert:

Stirnbeinberstungsfraktur + Impression	2	
Stirnbeinimpressionsfraktur	2	
(davon eine mit Siebbeinzellenimpression)		
Stirnbeinberstungsbruch mit Impression	2	
Stirnbeindefektfraktur	1	7

Frakturen der knöchernen Hohlräume des Schädels

Diese Frakturen, die eigentlich nur bei sehr zentral bzw. punktförmig wirkender Kraft vorkommen, waren relativ selten. Insgesamt kamen 6 Verunfallte (6 %) mit 8 Einzelfrakturen vor:

Impressionsfraktur der Stirnhöhlenhinterwand		
+ Impressionsfraktur der Siebbeinzellen	1	
Stirnhöhlen- und Siebbeinzertrümmerung	1	
Stirnhöhlenbodenfraktur links	1	
Impressionsfraktur der rechten fac. KH-Wand	2	
Impressionsfraktur der linken fac. KH-Wand	1	6

Beide Stirnhöhlen- und Siebbeinfrakturen waren mit schwersten weiteren Verletzungen verbunden: Im einen Fall mit Mittelgesichtsfrakturen LE FORT II und III beidseits, Contusio cerebri mit peripherer Hirnnervenstörung N. VII und Duradefekt, sowie Jochbein-, Orbitaboden- und doppelter UK-Fraktur. Im anderen mit Mittelgesichtsfrakturen LE FORT III beidseitig, dreifachem UK-Bruch, Stirnschädelberstungsfraktur mit Impression sowie nekrotisch freiliegendem Cerebrum und perforiertem Bulbus links.

6.24. Frakturen außerhalb des Schädels

Zunächst eine Auflistung der Brüche der oberen Extremitäten; insgesamt wurden 48 Frakturen festgestellt. Sie verteilen sich wie folgt:

Obere Extremitäten:

Oberarm links	2	
Oberarm rechts	1	
Ellenbogen rechts	1	
Elle links	3	
Elle rechts	1	
Speiche links	5	
Speiche rechts	4	
Handgelenk links	1	
Handwurzel links	2	
Finger links	4	
Finger rechts	2	26

Im folgenden die Frakturen von
Schultergürtel, Oberkörper, Wirbelsäule und Beckenring:

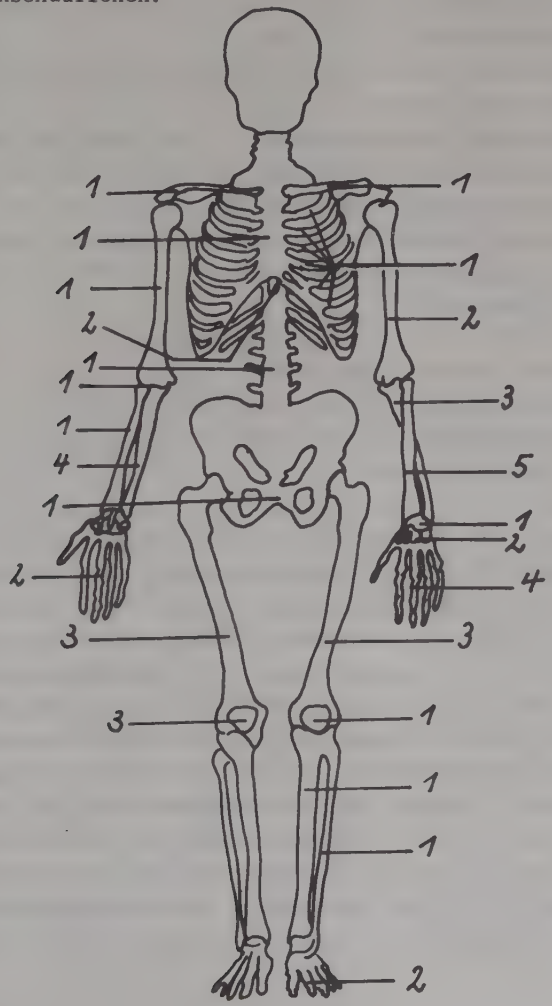
Schlüsselbeinfraktur links	1	
Schlüsselbeinfraktur rechts	1	
Rippenserienfraktur links	1	
Brustwirbelfrakturen	2	
Lendenwirbelfrakturen	1	
Brustbeinfraktur	1	
Schambeinfraktur	1	8

Frakturen der unteren Extremitäten wurden folgende festgestellt:

Oberschenkel links	3		
Oberschenkel rechts	3		
Patella links	1		
Patella rechts	3		
Schienbein links	1		
Wadenbein links	1		
Zehen links	2	14	48

Diese 48 Einzelfrakturen verteilten sich auf 29 Verunfallte: Davon trugen 18 (62,2 %) eine Fraktur, 6 (20,7 %) 2 Frakturen, 3 Verunfallte (10,3 %) 3 Frakturen, 1 Zweiradfahrer 4 Frakturen und 1 weiterer 5 Frakturen außerhalb des Schädels davon. Auffallend ist der hohe Anteil der Extremitätenfrakturen mit 85,1 %, davon entfallen 55,3 % auf die oberen und 28,9 % auf die unteren Extremitäten. Brüche im Bereich Schultergürtel, Thorax, Wirbelsäule und Beckenring waren nur mit 14,9 % vertreten. Die folgende Abbildung soll diese Verteilung noch einmal veranschaulichen:

Abb. 62



6.25. Nervale Verletzungen

Bei der Auswertung wurde zum einen zwischen reversibler/ irreversibler Lähmung und Abriß unterschieden und zum anderen im Hinblick auf die Lagebezeichnung zwischen "links", "rechts" und "beidseitig". Bei 14 Patienten wurden insgesamt 21 derartige Verletzungen festgehalten. Im einzelnen ergab sich folgendes:

Oculomotoriusparese links reversibel	2	
Abducensparese rechts reversibel	1	
Reversible Parese M.rectus medialis + reversible Hypaesthesie N. V_2	1	
Hypaesthesie V_1 links reversibel	1	
Hypaesthesie V_1 links reversibel + Facialisparese links reversibel	1	
Hypaesthesie V_1 beidseits reversibel	1	
Hypaesthesie V_2 und V_3 reversibel	1	
Facialisparese rechts	1	
Plexus-bracchialis-Parese rechts reversibel	2	
Ulnarisparese rechts irreversibel	1	
Irreversible Parese von N.tibialis und N.peroneus rechts	1	
Abriß d. N.opticus links	1	14

Alle Störungen im Bereich der Hirnnerven sind in Zusammenhang mit Contusio cerebri festgestellt worden. Die irreversible Parese des N.ulnaris ist kombiniert mit einem Oberarmschaftbruch und die irreversible Parese der Nn.tibialis und peroneus wurde in Zusammenhang mit einem Oberschenkelbruch diagnostiziert. Der Abriß des N.opticus links ist auf direkte Gewalteinwirkung zurückzuführen: Der Fahrer kam von der Fahrbahn ab und stürzte in einen Stacheldrahtzaun. Bei der zweimal diagnostizierten reversiblen Armplexusparese handelt es sich um eine typische Zweiradfahrerverletzung, auf die im folgenden noch eingegangen wird: Beide Fahrer sind bezeichnenderweise gegen feste Hindernisse geprallt (parkender PKW und Randstein).

Bei diesem Unfallmechanismus versucht der Fahrer sich am Lenker festzuhalten. Durch die Schleuderbewegung um den Lenker am ausgestreckten Arm kommt es zur Überdehnung des Armnervengeflechts und damit zur meist reversiblen Parese. In schweren Fällen ist die Lähmung irreversibel: ungünstigerweise reißen die Nerven des Geflechts an den Austrittsstellen der Halswirbelsäule und nicht im peripheren Teil, wo eine Naht möglich wäre.

6.26. Verletzungen des Bulbus oculi

In einem Fall wurde die Perforation des Augapfels diagnostiziert. Die genauen Umstände sind nicht mehr zu rekonstruieren, da der Verunfallte aufgrund weiterer schwerster Schädelhirnverletzungen (u.a. Stirnschädelberstungsfraktur mit Impression und nekrotisch freiliegendem Cerebrum) ad exitum kam.

6.27. Verletzungen des Gehirns und der Hirnhäute

Diese Läsionen waren immer gekoppelt mit schwersten Frakturen des Stirnschädels und der Stirnhöhlenhinterwand bzw. der Siebbeinzellen. Die Zusammenfassung ergab folgendes Bild:

Offene Stirnhirnverletzung durch Stirnbeindefektfraktur	1	
Nekrotisch freiliegendes Cerebrum durch Stirnschädelberstungsfraktur mit Defekt	1	
Stirnhirnverletzung und Durariß durch fronto-parietale Impressionsfraktur des Stirnbeins	2	
Durariß durch Impression der Stirnhöhlenhinterwand	1	
Durariß durch fronto-basale Fraktur des Stirnbeins	1	6

Von diesen sechs Verunfallten trugen vier nach eigenen Angaben keinen Sturzhelm. Ein Patient kam aufgrund der erlittenen Verletzungen ad exitum; es war nicht mehr festzustellen, ob er einen Helm aufhatte. Nur einer war mit einem Integralhelm ausgerüstet. Dieser Fahrer prallte bei schlechter Sicht mit 100 km/h (eigene Angabe) auf den letzten PKW einer haltenden Fahrzeugkolonne! In diesem Fall war der getragene Helm sicher lebensrettend.

Commotio cerebri

In der Auswertung wurde unterschieden, ob diese Diagnose durch entsprechende Symptome wie kurzzeitige Bewußtseinstrübung oder Bewußtlosigkeit (weniger als 10 Min.), Übelkeit, Erbrechen sowie Kopfschmerzen und Schwindelgefühl abgesichert ist, oder ob nur Verdacht auf Commotio cerebri bestand. Bei 39 Verunfallten, entsprechend 39 %, lag mit Sicherheit eine Commotio vor, bei 7 weiteren wurde diese Verdachtsdiagnose gestellt.

Contusio cerebri

Auch hier wurde differenziert zwischen der gesicherten Diagnose und dem Verdacht auf Hirnquetschung. Bei 13 Fahrern (13 %) war die Diagnose durch die Symptome der langdauernden Bewußtlosigkeit (Schweregrad II - IV nach TÖNNIS) sowie Reflexdifferenzen, Sensibilitätsstörungen oder Paresen und apathische Verlangsamung oder Antriebsstörungen gesichert. In ebenfalls 7 Fällen (7 %) wurde der Verdacht auf Contusio gestellt.

6.28. Sonstige Verletzungen des Körperstammes

Mit den zahlreichen Kopf- und Extremitätenverletzungen verglichen, treten Läsionen des Stammes selten auf. Den Thorax betreffend wurden zwei (2 %) entsprechende Verletzungen diagnostiziert. Im einen Fall ein Emphysem im Zusammenhang mit einer Sternumimpressionsfraktur und zum anderen eine Thoraxprellung.

Abdominaltraumen waren ähnlich selten wie Thoraxverletzungen. Insgesamt traten 5 Fälle (5 %) auf: Zwei Nierenprellungen und 3 stumpfe Bauch- bzw. Oberbauchtraumen. In allen Fällen wurden keine Organrupturen beschrieben.

Zusätzlich wurden noch zwei Hodenprellungen verzeichnet.

Sämtliche hier aufgeführten Verletzungen traten nicht solitär, sondern kombiniert auf. In allen Fällen kam es zusätzlich zu Frakturen im Kopfbereich, in 4 Fällen außerdem zu Brüchen der oberen Extremitären und bei je einem Verunfallten wurde zusätzlich eine Fraktur der unteren Extremitäten und im Thorakalbereich diagnostiziert, außerdem im Bereich der Wirbelsäule.

Thoraxprellung + Kopf	1
Emphysem + Kopf + obere Extremität + Thorax	1
Bauchtrauma + Kopf	2
Bauchtrauma + Kopf + obere Extremität + untere Extremität + WS	1
Nierenprellung + Kopf	1
Nierenprellung + Kopf + untere Extremität	1
Hodenprellung + Kopf	1
Hodenprellung + Kopf + obere Extremität	1

6.29. Gesamtzahl der Verletzungen und ihre Verteilung

Weichteilverletzungen wurden hier nicht berücksichtigt, da aus den Patientenunterlagen im nachhinein nicht immer festgestellt werden konnte, ob eine stationäre Aufnahme deshalb erforderlich gewesen wäre. Genausowenig wurden Prellungen an Kopf und Extremitäten einbezogen. Im Thorakal- und Abdominalbereich wurden sie mitgerechnet, da sie zumindest eine klinische Überwachung notwendig machen. Des weiteren wurden Mehrfachfrakturen des Unterkiefers als Einzelverletzungen gewertet, Mittelgesichtsfrakturen, die z.B. beidseitig vorlagen, als 2 Einzelverletzungen. Alveolarfortsatzfrakturen wurden ebenfalls als Einzelverletzung angesehen, auch wenn mehrere Zähne betroffen waren, da sie immer fortlaufend auftraten. (Beispiel: Alveolarfortsatzfraktur 32 - 35 = 1 Frakturverletzung.) Kronenfrakturen und Verluste einzelner Zähne kommen in der Aufstellung nicht zum Ausdruck, da die Versorgung i.a. ambulant ohne größere Schwierigkeit vorgenommen werden kann. Commotio cerebri und Contusio cerebri wurden nur mitgerechnet, wenn die Diagnose gesichert war.

Unter diesen Voraussetzungen kamen wir zu folgendem Ergebnis: Bei 100 Verunfallten wurden insgesamt 383 Einzelverletzungen gezählt; für jeden Patienten ergibt sich damit eine durchschnittliche Verletzungszahl von 3,8.

Die häufigsten Verletzungen waren die des Kopfes mit 79,5 %, gefolgt von denen der oberen Extremitäten mit 6,8 %. In abnehmender Reihenfolge traten Läsionen der Nerven (5,5 %), der unteren Extremitäten (3,7 %), des Thorax (1,6 %), des Abdominalraumes (1,3 %) sowie der Wirbelsäule und des Beckens auf (je 0,8 %). Die genannten Prozentsätze beziehen sich auf das Gesamtkontingent von 383 Verletzungen.

Der extrem hohe Anteil an Kopfverletzungen ist darauf zurückzuführen, daß es sich bei unserer Klinik um eine Einrichtung handelt, die auf Frakturen des Gesichtsschädels spezialisiert ist.

6.30. Verteilung der Frakturen in Körperregionen

Im folgenden soll ein Überblick darüber gegeben werden, wieviele Verletzte keine Fraktur, wieviele Brüche in einer und wie groß die Zahl derjenigen war, die Frakturen in 2 und mehreren Körperregionen davontrugen. Zu diesem Zweck wurden folgende Bereiche unterschieden: Kopf, obere Extremitäten, Thorax, WS, Becken und untere Extremitäten.

Keine Fraktur:

5 Fahrer (5 %) wiesen nur diverse Schürf-, Platz-, Schnitt- und Rißwunden auf. Einer davon eine Kiefergelenkskontusion mit sub- und intramasseterem Hämatom. 5 | 5

Fraktur in einer Körperregion:

Kopf	60	
Obere Extremitäten	4	
Thorax	1	65

Zwei Körperregionen frakturiert:

Kopf + obere Extremität	15	
Kopf + untere Extremität	6	
Kopf + Thorax	1	
Kopf + Wirbelsäule	1	
Kopf + Becken	1	24

Drei Körperabschnitte frakturiert:

Kopf + obere Extremität + untere Extremität	3	
Kopf + obere Extremität + Wirbelsäule	1	
Kopf + obere Extremität + Thorax	1	5

Vier Körperabschnitte frakturiert:

Kopf + obere Extremität + untere Extremität + Wirbelsäule	1	1	100

Der hohe Anteil, in dem der Kopf allein oder mitbetroffen ist, ist wieder auf die vorhin erwähnte Tatsache zurückzuführen, daß sich unsere Klinik speziell mit der Therapie und Versorgung von Frakturen des knöchernen Gesichtsschädels beschäftigt.

6.31. Einzeldarstellungen

Zur Veranschaulichung sollen noch zwei Fälle detailliert aufgezeichnet werden, die sich darin unterscheiden, daß der eine Fahrer (Nr. 1) bei höherer Geschwindigkeit einen Sturzhelm trug, während der andere (Nr. 2) bei geringerer Geschwindigkeit ohne Sturzhelm verunfallte.

Fall Nr. 1

Geschlecht:	männlich
Alter:	19 Jahre
Größe:	169 cm
Gewicht:	71 kg
Fahrzeug:	Motorrad
Helm:	Integralhelm
Kleidung:	Lederjacke/-handschuhe/-stiefel
Ungefähre Geschwindigkeit:	100 km/h
Unfallablauf:	bei ungenügender Sicht auf den letzten PKW einer haltenden Autokolonne aufgefahren

Verletzungen	Verursacht durch
Frontobasale Stirnbeinfraktur	Oberkante der Heckscheibe
Mittelgesichtsfraktur	dto.
LE FORT III beidseitig und	
LE FORT II rechts	dto.
Nasenbeinfraktur	dto.
Med.sag. Gaumenfraktur	dto.
UK-Fraktur regio 41/42	dto.
Durariß	dto.
Cont.cerebri	dto.
Kompressionsfraktur 1. LWK	dto.
Dist. Radiusfraktur beidseitig	Lenker des eigenen Fahrzeugs

Abbildungen 63 - 65 zeigen den Zustand ca. 1 Jahr nach dem Unfall. Bis auf eine traumatische Sattelnase und gut verheilte Gesichtsnarben hat der Unfall keine bleibenden Entstellungen verursacht. Durch Nasenbeinplastik konnte das verunstaltete Profil korrigiert werden (Abb. 66 - 69 Modelloperation). Die Abbildungen 69 - 71 zeigen den postoperativen Zustand, der unter den gegebenen Umständen zu einem zweifellos befriedigenden ästhetischen und funktionellen Ergebnis geführt hat.

Fall Nr. 2

Geschlecht:	männlich
Alter:	19 Jahre
Größe:	177 cm
Gewicht:	80 kg
Fahrzeug:	Moped
Helm:	nicht behelmt
Kleidung:	Lederjacke/-hose/-handschuhe/-stiefel
Ungefähre Geschwindigkeit:	60 km/h
Unfallablauf:	nach Versagen der Bremsen auf Baustoffstapel geprallt

Verletzungen	Verursacht durch
Skalpierungsverletzung	Gestapelte Steinmauer
Stirn rechts	
Stirnbeindefekt	dto.
Zerquetschung Bulbus rechts	dto.
Nasenbeinfraktur	dto.
Orbitabodenfraktur beidseitig	dto.
Mittelgesichtsfraktur	
LE FORT II beidseitig +	
LE FORT III rechts	dto.
Alveolarfortsatzfraktur 12,11 + 21	dto.
Multiple WT-Verletzungen rechte	
Gesichtshälfte	dto.
Stumpfes Bauchtrauma	Lenker des eigenen Fahrzeugs

Abbildungen 72 - 74 zeigen den Zustand ca. 1 Jahr nach dem Unfall. Deutlich sichtbar ist die muldenförmig ausgeprägte Abflachung im Bereich der rechten Stirnhälfte, die auf den traumatischen Stirnbeindefekt und die teilweise Entfernung nekrotisch freigelegenen Stirnhirns zurückzuführen ist. Der rechte Bulbus mußte operativ entfernt werden. Der Stirnbeindefekt wurde mit Beckenkammplastik ausgeglichen. Die Abbildungen 75 - 77 zeigen den postoperativen Zustand nach 6 Wochen.

Abb. 63 - 71

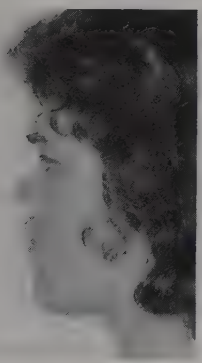
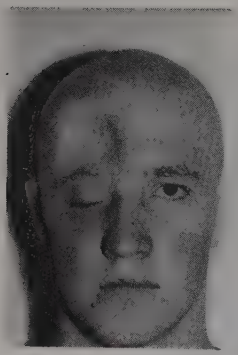
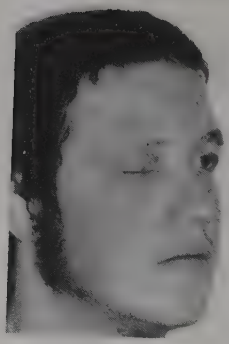
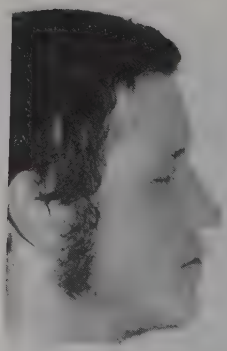


Abb. 72 - 77







7. ZUSAMMENFASSUNG

In der Reihenfolge der Ergebnisse werden zunächst die herausragenden Resultate des Verkehrserhebungsbogen aufgezeigt:

- die überwiegende Mehrheit der Zweiradfahrer ist männlich (93 gegenüber 7 %),
- zum Unfallzeitpunkt sind 87 % zwischen 15 und 20 Jahre alt,
- die häufigsten Unfallmonate sind Juni, Juli, August und September mit insgesamt 60 % der Unfälle,
- 65 % der Verunfallten stammen aus Gemeinden mit weniger als 7.000 Einwohner,
- nur 41,4 % der Zweiradfahrer trugen einen Sturzhelm,
- 65,7 % besitzen einen Sturzhelm,
- kein einziger Mofafahrer hatte einen Helm auf zum Zeitpunkt des Unfalls,
- in normaler Straßenkleidung verunfallten 51,4 %,
- 85,7 % fuhren tagsüber (8.00 - 16.00 h) ohne eingeschaltete Fahrbeleuchtung,
- im ersten Jahr nach Ausstellung des Führerscheins bzw. Erwerb des Fahrzeugs verunfallten 67,1 %,
- 78,6 % der Unfälle sind auf aktive Fahrfehler oder oppressiven Fahrstil (überhöhte Geschwindigkeit, Überholen, Vorfahrtverletzung, Abbiegen oder Hindernis auf der Fahrbahn) zurückzuführen,
- im Kreuzungs- oder Einmündungsbereich von Straßen verunglückten 45,7 % der Fahrer,
- bei 71,4 % herrschten zum Unfallzeitpunkt trockene Straßenverhältnisse, analog dazu schien in 65,9 % die Sonne,
- 61,4 % der Zweiradfahrer verunglückten mit Beteiligung anderer Verkehrsteilnehmer.

Im folgenden die herausragenden Ergebnisse der Aufnahmebefunde:

- 83,6 % der erlittenen Weichteilverletzungen im Gesicht, in 43,2 % ist das Kinn allein oder zusammen mit anderen Gesichtsteilen betroffen,
- ein Verhältnis von 83 zu 28 ergab der Vergleich zwischen Weichteilverletzungen im Gesicht und jenen am gesamten übrigen Körper,
- unter Einbeziehung der Eckzähne lagen durchschnittlich 82 % der luxierten, frakturierten und zu Verlust gegangenen Zähne sowie der Alveolarfortsatzfrakturen im Frontbereich der beiden Kieferhälften,
- bei 59 % der Verunfallten wurden ein- bis dreifache Unterkieferfrakturen festgestellt,
- bei 68 % wurden Mittelgesichtsfrakturen festgestellt,
- von 383 Einzelverletzungen bei 100 Verunfallten entfielen 305 Verletzungen, entsprechend 79,5 %, auf den Kopfbereich,
- 5 % der Fahrer wiesen keine Fraktur auf,
- 95 % hatten Brüche in einer bis vier Körperregionen.

Die katamnestische Untersuchung der 100 Unfallverletzten, die in der Abteilung für Kiefer- und Gesichtschirurgie behandelt wurden, ergab eindeutig die besondere Gefährdung des Kopfbereiches. Dieser Gefahr kann nur mit dem konsequenten Tragen eines Integralvollvisierhelmes begegnet werden.

8. DISKUSSION

Zur Behebung der außerordentlichen Unfallhäufigkeit im ersten Fahrjahr wäre eine Intensivierung der Zweiradschulung notwendig. Diese könnte zum einen durch Änderung der Prüfungsbedingungen in den Fahrschulen und zum anderen durch die örtlichen Motorsportclubs im Sinne einer häufigeren Ausrichtung von Geschicklichkeits- und Hinderniskursen, die vom ADAC ausgearbeitet vorliegen, erreicht werden. Es ist zum Beispiel meines Erachtens ein Unding, daß der Führerschein Klasse 1 die Benützung von Kleinkrafträdern bis zur schwersten Maschine (105 PS, 1.250 ccm) ermöglicht. Zur Differenzierung könnte eine in Japan bereits praktizierte Unterteilung in einen Führerschein bis 125 ccm Hubraum und einen weiteren für Maschienen über 125 ccm Hubraum herangezogen werden. Weiterhin sollte eine einheitlich ausgerichtete praktische und theoretische Fahrprüfung für alle Führerscheinklassen (1, 4 und 5) eingeführt werden. Der Erwerb der Fahrerlaubnis müßte generell nur unter der Voraussetzung eines abgelegten Sehtests sowie eines Erste-Hilfe-Kurses möglich sein.

Eine japanische Untersuchung (MATAKE, 1973) hat eindeutig bewiesen, daß eine intensive Motorradschulung einen Rückgang der tödlichen Unfälle bewirkt.

Weiter wäre denkbar, bei Fahrern am Tag bußgeldpflichtig das Einschalten des Abblendlichtes zwingend einzuführen. Der Motorradfahrer, generell der Zweiradfahrer, wird wegen seiner kleinen Fläche, mit der er sich gegen den Hintergrund abhebt, im Straßenverkehr erst spät gesehen. In einer Untersuchung in den USA (JANOFF et al., 1970) wurde nachgewiesen, daß die Zahl von verunfallten Motorradfahrern signifikant gesenkt werden kann, wenn diese Empfehlung konsequent befolgt werden würde: Auf 91 m Entfernung werden Motorradfahrer um 220 %, aus 15 m immer noch um 46 % besser, d.h. schneller gesehen, wenn sie mit Licht fahren. In diesem Sinne ist auch eine Aufforderung des ADAC zu verstehen, der eine auffällige Sicherheitslackierung durch rückstrahlende Materialien sowie ein größeres reflektierendes Versicherungskennzeichen dringend empfiehlt.

Auf der anderen Seite sollte aber auch die Einstellung der vierrädrigen Verkehrsteilnehmer gegenüber ihren zweirädrigen Kollegen neu motiviert werden. Sie verschulden ebenfalls häufig Unfälle, indem sie zu dicht auffahren, den Zweiradfahrer durch plötzliches Hupsignal erschrecken oder zu geringen Seitenabstand halten. Vor allem rechnen sie nicht mit der mangelnden Fahrpraxis.

Eine andere Möglichkeit zur Senkung von Zweiradfahrerunfällen generell (auch Radfahrer) wäre die radikale Trennung des zwei- und vierrädrigen Verkehrs mit Hilfe von neben den Fahrbahnen geführten Wegen. Da dies jedoch mit erheblichem finanziellem Aufwand für Bund, Länder und Gemeinden verbunden wäre, ist diese Möglichkeit wohl mehr spekulativer Art.

Praktikabel dagegen erscheint eine andere Empfehlung (WERDIN, 1976), mit der das gefährliche Linksabbiegen im Kreuzungsverkehr entschärft werden könnte. Hier wird dem Zweiradfahrer nahegelegt, an Kreuzungen, an denen er links abbiegen will, zunächst in die von rechts kommende Straße einzubiegen und dann unter wesentlich günstigeren Blickwinkeln die jetzt kreuzende Straße rechtwinklig geradlinig zu überqueren.

Im Hinblick auf die Ergebnisse aus den Anamnesedaten ist folgendes zu sagen:

Der hohe Anteil an Kopfverletzungen kann nur durch das Tragen von Sturzhelmen eingeschränkt werden. An den Helm selber sind dabei folgende Hauptforderungen zu stellen (NAKAMATA, 1973):

- der Helm sollte nicht zu schwer sein, um längere Zeit ohne Mühe getragen werden zu können,
- in der Größe soll er dem Kopfumfang möglichst genau entsprechen; er muß eng anliegen und darf sich in fixiertem Zustand nicht mehr bewegen lassen. Im Gesichtsbereich sollte er die gesamte Stirn bis zu den Augenbrauen bedecken, ohne freilich die notwendige Mobilität des Kopfes oder das Blickfeld einzuschränken. Der hintere untere Rand soll bei zu-

rückgelegtem Kopf den Nacken nicht berühren (Genickbruck). Das Dämpfungsmaterial soll den Helm in gleichmäßiger Schichtdicke bis zum Rand auskleiden,

- der Sturzhelm muß so gebaut sein, daß er beim Aufprall möglichst viel Deformationsarbeit absorbieren kann,
- er sollte in möglichst auffälliger Farbe (gelb, gelbgrün oder orange) lackiert sein.

Den besten Schutz (REICH et al., 1975) bietet unter diesen Voraussetzungen der Integralvollvisierhelm, da hier die gesamte Gesichtspartie durch das Visier geschützt ist. Durch die Querverbindung am Kinn kann sowohl frontaler als auch lateraler Druck am besten aufgefangen werden.

REICH und DALGAARD (WALZ et al., 1976) kommen in ihrer Untersuchung über die Bedeutung eines guten Sturzhelmes zu dem Ergebnis, daß in 51 % ihrer obduzierten Fälle dieser mit großer Wahrscheinlichkeit lebensrettend gewesen wäre, in 8,5 % zweifelhaft lebensrettend gewirkt hätte und in 40,5 % ohne Bedeutung gewesen ist.

Indirekte innere Kopfverletzungen, die durch die Relativbewegung des Gehirns gegenüber dem Schädel zustandekommen (Contre-Coup), ohne daß der Schädel selbst eine Verletzung erleidet, sind auch bei Verwendung eines guten Schutzhelmes möglich, wenn die tolerierbaren Grenzen überschritten werden. Diese Toleranzgrenzen werden jedoch durch die Deformationszone des Dämpfungsmaterials im Helm stark erhöht. Durch konsequentes Tragen von Sturzhelmen kann erwartet werden, daß die Kopfverletzungsrate um 30 - 50 % gesenkt werden kann (WALZ, 1977).

Eine Untersuchung von LANGWIESER (1976) in München hat anhand von zwei, nach Unfallart und Unfallweise völlig entsprechenden Teilmaterialien von Moped- und Mofaunfällen gezeigt, daß Fahrer ohne Helm fast doppelt so häufig schwere Kopfverletzungen davontrugen wie Fahrer mit Helm. Ohne Helm war das Risiko zu lebensbedrohlichen oder tödlichen Kopfverletzungen dreimal höher

als mit Helm. Er kommt damit zu dem Ergebnis, daß das Tragen des Sturzhelms

> "die einzige konkrete, sofort wirksame Schutzmaßnahme zur Reduzierung des hohen Verletzungsrisikos (des Kopfes) von Moped- und Motorradfahrern darstellt."

Durch das Tragen von richtiger Schutzkleidung werden schwere Verletzungen, vor allem der unteren Extremitäten, von 52,9 auf 28,1 % gesenkt. Komplizierte Brüche treten bei Fahrern ohne Schutzkleidung dreimal häufiger auf, als bei geschützten Fahrern (FELDKAMP et al., 1975). Durch einen festen, durchgehenden Anzug aus Leder oder Kunststoff, bei dem Ellbogen-, Schulter- und Kniepartien zusätzlich verstärkt sind, werden die ausgedehnten Schürfwunden, die beim Rutschen auf der Straße entstehen, weitgehend verhindert. Vor allem die offenen Frakturen an den unteren Extremitäten werden durch entsprechende Schutzkleidung um 2/3 gesenkt (CLARK et al., 1971).

Es gibt also genügend Möglichkeiten, um sowohl das Unfallgeschehen als auch die daraus resultierenden Verletzungen wirkungsvoll zu verringern.

9. LITERATURVERZEICHNIS

ADAC — Das Unfallrisiko der Fahrer von Zweirädern. Mitteilung der Hauptabteilung Verkehr 1959 - 1973 vom 20.8.74.

ANONYM — Motorrad. Deutsche Motorradzeitung 6, 18 - 21 (1975).

BOETTCHER, I. — Schädel-Hirnverletzungen des Kraftradfahrers. Inaug. Diss. München 1965.

CLARK, D.W. MORTON, J.H. — The Motorcycle Accidents, a Growing Problem. J. Trauma 11, 230 - 237 (1971).

DORN, A. — Lehrbuch der Physik, Oberstufe Ausgabe A. Klett Verlag Stuttgart 1965.

DUVEN, H.P. — Typische Verletzungen der Motorradfahrer. Inaug. Diss. Heidelberg 1964.

FELDKAMP, G. JUNGHANNNS, K. — Der typische Verkehrsunfall des Jugendlichen - der Motorradunfall. Vortrag auf der Deutsch-Österreichisch-Schweizerischen Unfalltagung, Berlin 1975.

FELDKAMP PRALL BÜHLER JUNGHANNS — Unfälle mit motorisierten Zweirädern. H. Unfallheilkde. 80, 1 - 19 (1977).

FIALA, E. — Zur Verletzungsmechanik bei Verkehrsunfällen, TU Berlin, H. Unfallheilkde. 99, 251 - 255 (1969).

FISCHER, H. — Der tödliche Verkehrsunfall aus der Sicht des Pathologen. M. Schr. Unfallheilkde. 65, 210 - 219 (1962).

GÖGLER, E. Unfallopfer im Straßenverkehr, Dok. Geigy, Basel, Series chirurgica 5, 1 - 179 (1962).

GÖGLER, E. Chirurgie und Verkehrsmedizin, Klinik, Mechanik und Biomechanik des Verkehrsunfalles. In: WAGNER, K. und WAGNER, H.J., Handbuch der Verkehrsmedizin. Springer Berlin 1968.

HAVEMANN KIEFER Zur Epidemiologie des Straßenverkehrsunfalles. Schriften auf dem Gebiet des öffentlichen Gesundheitswesens 33, 89 - 94 (1972).

HOEFNER, K.J. Fahrverhaltens- und Persönlichkeitsanalysen jugendlicher Mopedfahrer. Zeitschrift f. Verkehrsrecht 11, 344 - 352 (1972), 12, 376 - 384 (1972). Manz'sche Verlags- und Universitätsbuchhandlung, Wien.

IMATAKE, Y. Promotion of Safety Riding Education Activities for Motorcyclists Proc. II. International Congress on Automotive Safety, San Francisco, July 16 - 18, 1973.

JANOFF, M.S. CASSEL, A. FERTNER, K.S. SMIERCIAK, E.S. Daytime Motorcycle Headlight and Taillight Operation. National Safety Highway Bureau, U.S. Dept. of Transportation, Washington 1970.

JUNGBLUTH, K.H. Knieaufprallverletzungen. M. Schr. Unfallheilkde. 99, 258 - 288 (1969).

KAMIYAMA, S. KÄPPNER, R. SCHMIDT, G. Verletzungskombinationen bei tödlichen Verkehrsunfällen. M. Schr. Unfallheilkde. 1, 10 - 30 (1971).

LANGWIEDER, K. Schutzhelm, Tragepflicht für Moped- und Mofafahrer. Referat anläßlich der 25. Sitzung des Ausschusses für Gesetzgebung, München am 10.2.1976.

LINGNAU, G. Zweiradfahrer - ihre Probleme, DVR Pressestelle Bonn, 27. Juni 1977.

LÖFFELHOLTZ, H.
NICKLISCH, F. Stellungnahme zu einer Änderung der Vorschriften für Kleinkrafträder und Fahrräder mit Hilfsmotor, Unfall- und Sicherheitsforschung im Straßenverkehr 9, 68 - 84(1977).

MITTENECKER, E. Psychologie des jugendlichen Motorradfahrers. Österreichischer Bundesverlag für Unterricht, Wissenschaft und Kunst, Wien, München 1967.

NAKAMATA, N. The Role of Helmets in Motorcycle Accidents Proc. II. International Congress on Automotive Safety, San Fransicco, July 16 - 18, 1973.

REICH, H.
DALGAARD, J.B. Hätte ein Sturzhelm den Tod verhindern können? Z. Rechtsmedizin 75, 235 - 239 (1975).

SCHENKER
GRETZENBACH Tücken des Zweirades, Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (BfU), Bern 6, 4 - 12 (1976).

SCHMID-ELMENDORF, H. Über Mopedunfälle. M. Schr. Unfallheilkde. 7, 270 - 276 (1961).

TZONOS, T. Neurochirurgische Verletzungen durch Benützung von Zweirädern, Katharinenhospital Stuttgart, Mai 1977.

VOLLMAR, J. Die typischen Verletzungen des Auto- und Motorradfahrers. Langenbecks Arch. Klin. Chir. 286, 54 - 90 (1957).

WALZ, F.
NIEDERER, P.
KOSIK, D. The Influence of Protection Helmets in Motorcycle Accidents. Proc. on the Meeting of Biomechanics of Injury to Pedestrians Cyclists and Motorcyclists, Zürich 9, 301 - 310 (1976).

WASCHULEWSKI, H. Verletzungen des Pl. bracchialis und der 1. Rippe durch Motorradunfälle. Z. Orthop. 86, 55 (1955).

WERDIN, H. Zweiradfahrer im Verkehr, Institut für Verkehrsplanung und Transporttechnik der ETHZ, IVT - Studienunterlage 1, 12 - 18 (1976).

An dieser Stelle möchte ich mich bei Herrn Professor Dr. Dr. N. Schwenzer für die Überlassung des Themas und die stets freundliche Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit herzlich bedanken.

L e b e n s l a u f

Am 4. Oktober 1948 wurde ich, Ekkehard Clemens Muschal, als Sohn des Richard Muschal und seiner Ehefrau Irene, geb. Streicher, in Urach geboren.

Nach der Grundschulausbildung von 1955 bis 1959 besuchte ich das Friedrich-List-Gymnasium in Reutlingen, wo ich am 29.5.1968 die Reifeprüfung ablegte.

Im September 1968 begann ich bei der Deutschen Bank in Reutlingen eine Banklehre, die ich im Februar 1971 mit der Prüfung vor der Industrie- und Handelskammer in Reutlingen beendete. Bis zum Beginn meines Studiums war ich in meinem erlernten Beruf tätig.

Im Wintersemester 1973/74 begann ich an der Eberhard-Karls-Universität in Tübingen mein Studium der Zahnheilkunde, das ich nach bestandener naturwissenschaftlicher und zahnärztlicher Vorprüfung mit dem Staatsexamen am 13.12.1978 beendete.

Am 2. Januar 1979 nahm ich meine Tätigkeit als Assistenzarzt bei einem in Reutlingen niedergelassenen Zahnarzt auf.